



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



PROYECTO DE ORDENACIÓN Y DISEÑO URBANO EN BILBAO ANTE LA LLEGADA DE LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

Trabajo realizado por:

Elisa Marcos Olabe

Dirigido:

Soledad Nogués Linares

Esther González González

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, julio de 2021

TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO DE ORDENACIÓN Y DISEÑO URBANO EN BILBAO ANTE LA LLEGADA DE LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

Autor: Elisa Marcos Olabe.

Directores: Soledad Nogués Linares y María Esther González González.

Convocatoria: Julio 2021.

Palabras clave: Vehículos autónomos, ordenación urbana, diseño urbano, movilidad, Bilbao, sostenibilidad.

Resumen

Los vehículos autónomos (VA) son vehículos capaces de funcionar sin la intervención humana, cuya introducción en los próximos años implicará un cambio disruptivo que tendrá diferentes impactos a distintas escalas y en distintos ámbitos (transporte, estructura y forma urbana, calidad de vida), afectando tanto a las personas usuarias como a las ciudades y territorios. Por ello, el objetivo fundamental de este trabajo ha sido comprender las principales consecuencias de la introducción de los vehículos autónomos para anticipar las estrategias de ordenación y diseño que permitan aprovechar sus efectos potenciales positivos para alcanzar ciudades cada vez más sostenibles, inclusivas, resilientes, seguras y saludables, y proponer actuaciones específicas para el caso de una ciudad concreta.

Según la literatura científica sobre el tema, se vaticina que los vehículos autónomos, que se prevén sean eléctricos, traerán consigo una reducción de las emisiones contaminantes, de los accidentes y de la congestión del tráfico. A su vez, van a suponer un importante cambio en las ciudades pues, gracias a ellos, una gran cantidad de espacio urbano actualmente asignado al aparcamiento y circulación de los vehículos podría ser liberado y, por lo tanto, ser destinado a otros usos (espacios verdes, carriles bici o aceras más amplias), ofreciendo una gran oportunidad para configurar centros urbanos con mayores estándares de calidad. Teniendo presentes estas consideraciones, los expertos proponen ciertas actuaciones y medidas para construir las nuevas ciudades que se han revisado en este trabajo y se han tenido en cuenta a la hora de proyectar la aplicación concreta para el caso de Bilbao, una ciudad en pleno desarrollo, que se renueva y actualiza continuamente para alcanzar unos objetivos de seguridad y sostenibilidad, queriendo ofrecer a sus habitantes la mejor calidad de vida posible.

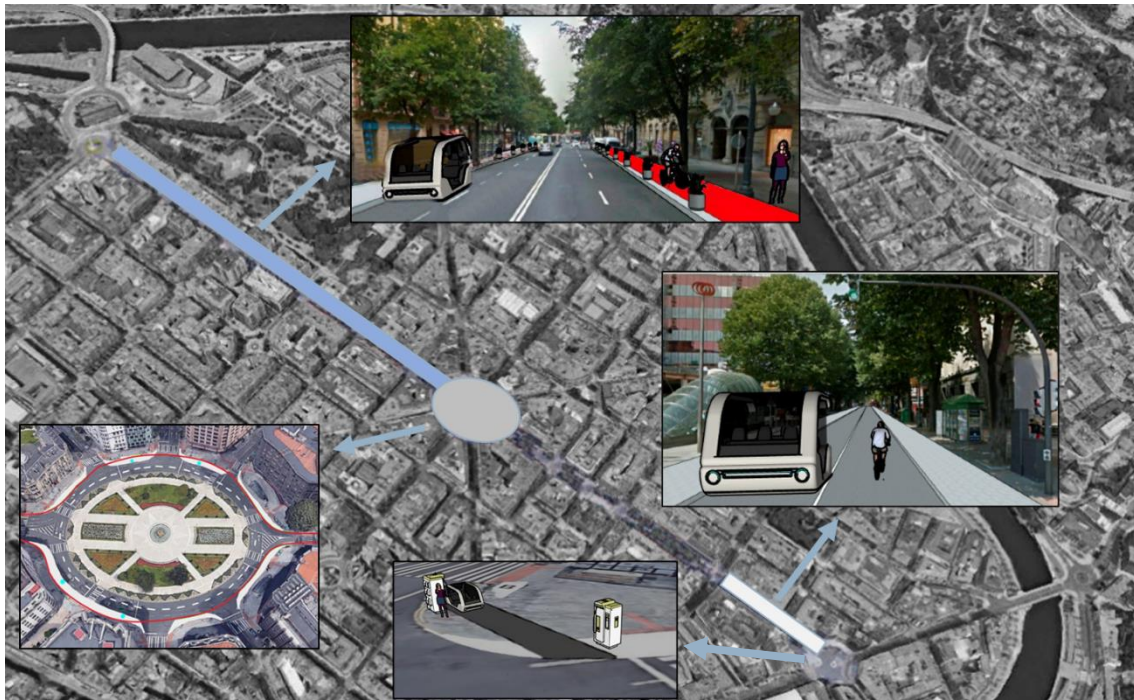
El proceso de desarrollo de la aplicación al caso de Bilbao está dividido en tres grandes partes. Primero, se lleva a cabo la elección de la calle en la que se va a hacer la actuación, después, se analiza la calle y sus diferentes aspectos en profundidad en una etapa de

análisis y diagnóstico para, por último, identificar y proponer qué actuaciones o intervenciones requiere la calle en la fase de ordenación y diseño.

La selección de calle óptima se realiza valorando un conjunto de 6 calles preseleccionadas mediante un análisis multicriterio, rank-sum, que considera criterios relacionados con los impactos y consecuencias de los vehículos autónomos. Estos criterios son ponderados por unos expertos investigadores y profesionales mediante una consulta diseñada en la plataforma LimeSurvey. Aunque los pesos resultan bastante uniformemente repartidos, el tráfico, los medios de transporte que coexisten y a la siniestralidad de la calle fueron los más valorados. Los expertos indican, además, que las intervenciones más interesantes en el diseño de la nueva calle son la inclusión o mejora de aceras, carriles bici y espacios verdes.

A continuación, se realiza un análisis urbanístico y de movilidad de la calle seleccionada, Gran Vía López de Haro, y su entorno, mediante el empleo de cartografía, información urbanística y trabajo de campo, lo que permite destacar las necesidades, problemas y potencialidades de la calle. Esta calle se encuentra en el distrito de Abando, que es un punto neurálgico tanto geográficamente como económicamente, generador de mucha actividad (uso terciario, residencial, equipamientos, edificios históricos protegidos y oficinas). La calle presenta bastante tráfico y congestión y cuenta con diferentes medios de transporte: tranvía, metro, taxi, BilboBus y BizkaiBus. Además, en cuanto a la movilidad ciclista, se encuentran muchos aparcabicis, pero la red ciclable solo tiene presencia en el tramo semipeatonalizado, compartiendo la calzada con el transporte público.

La propuesta de actuación planteada da prioridad a los modos activos de movilidad, demandados por los ciudadanos y expertos. Las actuaciones llevadas a cabo son de dos tipos. En primer lugar, la redistribución viaria gracias a la liberación de espacio (que oscila entre el 6 y 40%, según los tramos de actuación) y ensanchamiento del espacio destinado al peatón y al ciclista, acompañado de, la introducción de elementos de seguridad verdes que hagan que todo aquel que transite por esta calle sienta un absoluto bienestar. Para la redistribución viaria, se toman tres caminos diferentes de liberación de espacio. La primera actuación, trata de semipeatonalizar el tramo desde la Plaza Elíptica hasta Alameda Mazarredo. En la Plaza Moyúa, se elimina uno de los carriles de la glorieta, mientras que, en el siguiente tramo, el comprendido entre la Plaza Moyúa y la Plaza de Sagrado Corazón, se quitan los dos carriles laterales dedicados al estacionamiento en superficie de vehículos.



Una vez conocida cual es la configuración final de la calle, se plantea la posible localización de los elementos urbanos que los vehículos autónomos demandan, que son los cargadores y los puntos de movilidad. Se introduce una estación de carga en la Plaza Elíptica, un lugar muy visible y transitado, que permite la publicidad de los VA en una primera etapa, y que, además, es el lugar más próximo a la actividad terciaria. Por otro lado, en el tramo residencial de la calle, en el cual también abundan las oficinas (Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón), se habilita la parada de taxis para que también sea un punto de movilidad en el cual los VA puedan ir a recoger y dejar a sus usuarios.

En rasgos generales, lo que se puede afirmar claramente es que la semipeatonalización es el medio más efectivo para conseguir espacio, tanto para la movilidad ciclista como para la peatonal, superando los valores que los expertos manejan. Las otras dos actuaciones, que tratan de la eliminación de un carril de circulación en el caso de la Plaza Moyúa, y de dos carriles de aparcamiento en superficie en el caso del tramo desde la Plaza Moyúa hasta la Plaza del Sagrado Corazón, la liberación de espacio es bastante acorde con lo que los expertos afirman. Como se puede ver en la siguiente tabla, en este caso, se gana más espacio para el ciclista que para el peatón, ya que se prioriza su inclusión por la demanda de dotar de continuidad a la red ciclable.

| Actuación | Porcentaje liberado destinado antes a la calzada | Incremento del espacio destinado al peatón | Incremento del espacio destinado al ciclista |
|---|--|--|--|
| Semipeatonalización Plaza Circular-Alameda Mazarredo | 40,90 % | 17,00 % | 21,67 % |
| Redistribución Plaza Moyúa | 6,03 % - 4,80% | 2,3 % - 1,53 % | 3,00 % - 2,00 % |
| Redistribución Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón | 17,00 % | 1,67 % | 11,67 % |

No cabe duda de que la introducción de los vehículos autónomos va a suponer un cambio en las ciudades, cambio ante el cual nos debemos de preparar y anticipar, para conseguir mejorar la situación actual y hacer de las ciudades del futuro espacios urbanos equilibrados, verdes y que ofrezcan una mayor calidad de vida. Para ello, es necesario que el papel de la planificación y ordenación urbana tome fuerza y comience a desarrollarse a niveles y velocidades adecuadas. En la actualidad, existen directrices, trabajos y estudios de planificación y ordenación que focalizan en qué ámbitos, condiciones y elementos hay que fijarse para estudiar y hacer propuestas de adaptación para la implementación de los VA, pero todavía son escasos. El desarrollo de estos estudios, por otro lado, facilitaría el proceso de introducción de los vehículos autónomos, porque, aunque cada ciudad sea diferente, existen unas soluciones comunes. Por ello, lo importante es comenzar ya a planificar de manera proactiva.

Bibliografía básica

Ayuntamiento de Bilbao. (2007). *Plan de Movilidad Segura*. Bilbao.

Costa Maia, S., Teicher, H., & Meyboom, A. (2015). Infrastructure as social catalyst: Electric vehicle station planning and deployment. *Technological Forecasting & Social Change*, 100, 53-65.

Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21:4, 324-348.

Fraederich, E., Heinrichs, D., Bahamonde-Birke, F. J., & Cyganski, R. (2018). Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation Research Part A*, 122, 162-172.

González-González, E., Nogués, S., & Stead, D. (2020). Parking futures: Preparing European cities for the advent of automated vehicles. *Land Use Policy*, 91, 104010.

Nogués, S., González-González, E., & Cordera, R. (2020). New urban planning challenges under emerging autonomous mobility: evaluating backcasting scenarios and policies through an expert survey. *Land Use Policy*, 95, 104652.

URBAN PLANNING AND DESIGN FOR THE ARRIVAL OF AUTONOMOUS VEHICLES IN BILBAO

Author: Elisa Marcos Olabe.

Supervisors: Soledad Nogués Linares and María Esther González González.

Call: July 2021.

Keyword: Autonomous vehicles, urban planning, urban design, mobility, Bilbao, sustainability.

Abstract

Autonomous vehicles (AV) are vehicles capable of operating without human intervention, whose introduction in the coming years will imply a disruptive change that will have different impacts at different scales and in different fields (transport, urban structure and form, quality of life). Therefore, the main objective of this dissertation has been to understand the main consequences of the introduction of autonomous vehicles in order to anticipate planning and design strategies to take advantage of their potential positive effects to achieve increasingly sustainable, inclusive, resilient, safe and healthy cities, and to propose specific actions for the case of a particular city.

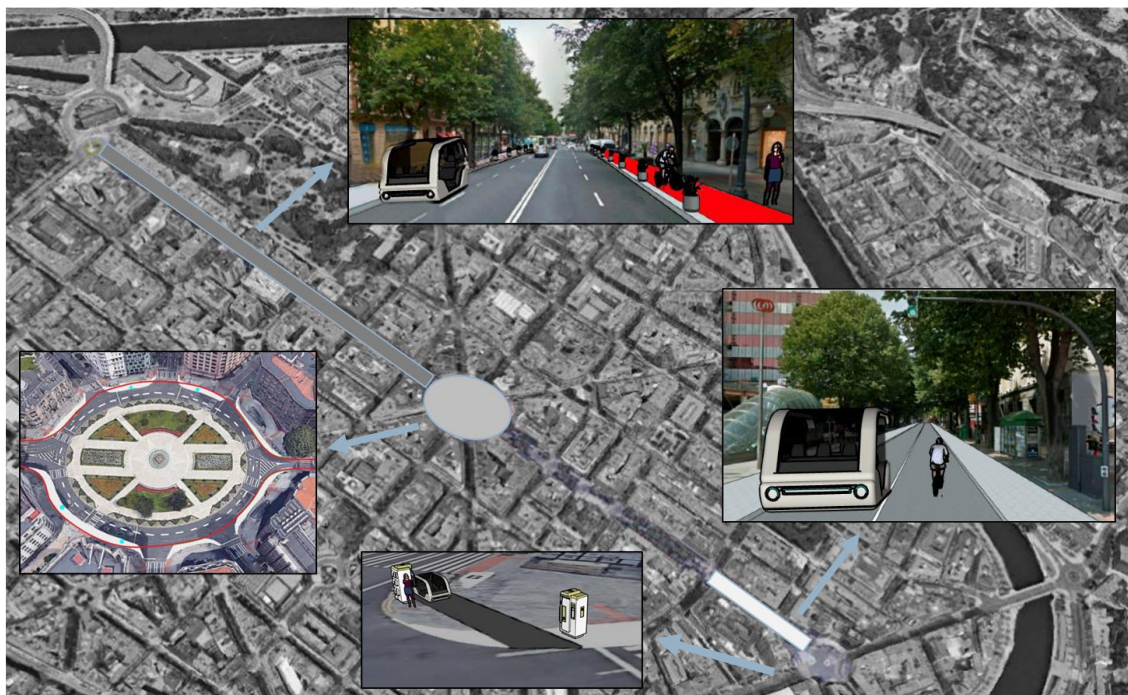
According to the literature on the subject, autonomous vehicles, which are expected to be electric vehicles, will lead to a reduction in polluting emissions, accidents and traffic congestion. At the same time, they will bring about a major change in cities, as a large amount of urban space, currently allocated to automobile parking and circulation could be freed up for other purposes that will improve the quality of life of its inhabitants (green spaces, cycle lanes or wider pavements). With these considerations in mind, the experts propose certain actions and measures to build new cities that have been reviewed in this work and taken into account when designing the action in the case of the specific application in Bilbao.

The application methodology that has been followed is divided into three main parts. First, the choice of the street where the action is to be carried out is made, then, the street and its different aspects are deeply analysed, and finally, the actions or interventions required by the street are identified and proposed in the planning and design phase.

The selection of the most optimal street is made by evaluating a set of 6 pre-selected streets by means of a multi-criteria analysis, rank-sum, which considers criteria related to the impacts and consequences of autonomous vehicles. These criteria are weighted by experts (researchers and practitioners) using a survey designed on the LimeSurvey platform. Although the weights are fairly evenly distributed, traffic, coexisting modes of

transport and road accidents were the most highly rated. The experts also indicate that the most interesting interventions in the design of the new street are the inclusion or improvement of pavements, bicycle lanes and green spaces.

Next, an urban and mobility analysis of the selected street, Gran Vía López de Haro, and its surroundings is carried out using cartography, urban information and field work, which allows the needs, problems and potential of the street to be highlighted. This street is located in the Abando district, which is a neuralgic point both geographically and economically, generating a lot of activity (tertiary use, residential, facilities, protected historic buildings and offices). The street has a lot of traffic and congestion and is served by different means of transport: tram, metro, taxi, BilboBus and BizkaiBus. In addition, as far as cycling mobility is concerned, there are many bicycle racks, but the cycling network is only present in the semi-pedestrianised section, sharing the road with public transport.



The proposed actions give priority to active modes of mobility, as demanded by citizens and experts. The actions carried out are of two types. Firstly, road redistribution by freeing up space (between 6 and 40%) and widening the space for pedestrians and cyclists, and secondly, introducing green safety elements that make everyone who walks along this street feel absolutely comfortable. For road redistribution, three different actions of freeing up space are taken. The first action is to semi-pedestrianise the section from Plaza Elíptica to Alameda Mazarredo. In Plaza Moyúa, one of the lanes of the roundabout is eliminated, while in the next section, between Plaza Moyúa and Plaza de Sagrado Corazón, the two side lanes dedicated to surface parking of vehicles are removed.

Once the final configuration of the street is known, the possible location of the urban elements demanded by autonomous vehicles, which are chargers and mobility points, is considered. A charging station is introduced in the Plaza Elíptica, a highly visible and busy place, which allows AV to be advertised in a first stage, and which is also the closest place to the tertiary activity. On the other hand, in the residential section of the street, where offices are also abundant (Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón), the taxi rank is set up as a mobility point where the AVs can pick up and drop off their users.

In general terms, what can be clearly stated is that semi-pedestrianisation is the most effective way of creating space for both cycling and pedestrian mobility, exceeding the values that the experts use. The other two actions, which deal with the elimination of one lane of traffic in the case of Plaza Moyúa, and two lanes of surface parking in the case of the section from Plaza Moyúa to Plaza del Sagrado Corazón, the space freed up is quite in line with what the experts recommend. As can be seen in the following table, in this case, more space is gained for cyclists than for pedestrians, as their inclusion is prioritised due to the demand to provide continuity to the cycle network.

| Action | Percentage of freed-up space previously allocated to the roadway | Increase in space allocated to pedestrians | Increase in space allocated to bicyclists |
|--|--|--|---|
| Semi-pedestrianization Plaza Circular-Alameda Mazarredo | 40,90 % | 17,00 % | 21,67 % |
| Redistribution of Plaza Moyúa | 6,03 % - 4,80% | 2,3 % - 1,53 % | 3,00 % - 2,00 % |
| Redistribution Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón | 17,00 % | 1,67 % | 11,67 % |

There is no doubt that the introduction of autonomous vehicles will bring about a change in cities, a change that we must prepare for and anticipate in order to improve the current situation and make the cities of the future balanced, green and offering a better quality of life. To this end, the role of urban planning and management must be strengthened and begin to develop at appropriate levels and speeds. At present, there are planning guidelines, works and studies that focus on which areas, conditions and elements to look at in order to study and make adaptation proposals for the implementation of AV, but they are still scarce. The development of these studies, on the other hand, would facilitate the process of introducing autonomous vehicles, because, although each city is different, there are common solutions. Therefore, the important thing is to start planning proactively now.

Main References

- Ayuntamiento de Bilbao. (2007). *Plan de Movilidad Segura*. Bilbao.
- Costa Maia, S., Teicher, H., & Meyboom, A. (2015). Infrastructure as social catalyst: Electric vehicle station planning and deployment. *Technological Forecasting & Social Change*, 100, 53-65.
- Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21:4, 324-348.
- Fraederich, E., Heinrichs, D., Bahamonde-Birke, F. J., & Cyganski, R. (2018). Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation Research Part A*, 122, 162-172.
- González-González, E., Nogués, S., & Stead, D. (2020). Parking futures: Preparing European cities for the advent of automated vehicles. *Land Use Policy*, 91, 104010.
- Nogués, S., González-González, E., & Cordera, R. (2020). New urban planning challenges under emerging autonomous mobility: evaluating backcasting scenarios and policies through an expert survey. *Land Use Policy*, 95, 104652.



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.1. Justificación y motivación del trabajo | 6 |
| 1.2. Objetivos | 6 |
| 1.3. Estructura, metodología y herramientas del trabajo | 7 |
| 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 8 |
| 2.1. Contextualización del vehículo autónomo | 8 |
| 2.1.1. ¿Qué es? | 8 |
| 2.1.2. ¿Cómo funciona? | 11 |
| 2.1.3. ¿Cómo se puede utilizar? | 13 |
| 2.1.4. ¿Cuál es su historia? | 15 |
| 2.2. Impactos en la ciudad debido a los vehículos autónomos | 20 |
| 2.2.1. Según tipología | 20 |
| 2.2.2. Según el efecto dominó | 33 |
| 2.3. Propuestas generales de actuación | 38 |
| 2.3.1. Estaciones de carga | 39 |
| 2.3.2. Usos del suelo | 40 |
| 2.3.3. Elementos de seguridad | 41 |
| 2.3.4. Puntos de movilidad | 42 |
| 2.3.5. Carriles de acceso | 42 |
| 3. METODOLOGÍA | 43 |
| 3.1. Proceso de selección de la calle | 47 |
| 3.1.1. Selección de parámetros | 47 |
| 3.1.2. Ponderación de criterios | 51 |
| 3.1.3. Valoración y puntuación de los criterios | 57 |
| 3.2. Proceso de análisis y diagnóstico de la calle escogida | 69 |
| 3.2.1. Trabajo de campo y consulta de cartografía | 69 |
| 3.2.2. Consulta de fuentes documentales | 70 |
| 3.3. Proceso de ordenación y diseño | 71 |
| 3.3.1. Redistribución de la red viaria | 72 |



| | |
|--|------------|
| 3.3.2. Introducción de elementos urbanos | 73 |
| 4. APLICACIÓN AL CASO DE BILBAO | 74 |
| 4.1. Selección de la calle | 74 |
| 4.1.1. Preselección | 74 |
| 4.1.2. Análisis y valoración de los criterios | 84 |
| 4.1.3. Puntuación | 95 |
| 4.2. Análisis y diagnóstico de la situación actual de la calle | 96 |
| 4.2.1. Zona de afección | 97 |
| 4.2.1. Marco territorial | 100 |
| 4.2.2. Marco socioeconómico | 101 |
| 4.2.4. Inventario de la calle | 104 |
| 4.2.5. Tráfico y movilidad | 117 |
| 4.2.6. Siniestralidad | 127 |
| 4.2.7. Medio ambiente | 128 |
| 4.3. Ordenación y diseño | 132 |
| 4.3.1. Marco legal y género | 133 |
| 4.3.2. Propuestas de actuación local | 135 |
| 5. CONCLUSIONES | 156 |
| 6. REFERENCIAS | 159 |
| ANEXO 1: RESPUESTAS OBTENIDAS DE LA ENCUESTA | 163 |
| ANEXO 2: CÁLCULO DEL PESO DE CADA CRITERIO | 167 |



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----|
| <i>Ilustración 1. Instrumentos de un vehículo autónomo.</i> | 12 |
| <i>Ilustración 2. Diferentes vehículos autónomos de reparto.</i> | 14 |
| <i>Ilustración 3. Evolución de los coches.</i> | 15 |
| <i>Ilustración 4. Objetivos de desarrollo sostenible.</i> | 20 |
| <i>Ilustración 5. El efecto dominó de los VA.</i> | 34 |
| <i>Ilustración 6. Carril de acceso.</i> | 43 |
| <i>Ilustración 7. Esquema de la metodología.</i> | 44 |
| <i>Ilustración 8. Preguntas de identificación de la encuesta.</i> | 52 |
| <i>Ilustración 9. Gráfica de personas encuestadas según su puesto profesional.</i> | 53 |
| <i>Ilustración 10. Gráfico de personas encuestadas según su ámbito de trabajo.</i> | 53 |
| <i>Ilustración 11. Pregunta de ranking de la encuesta.</i> | 54 |
| <i>Ilustración 12. Horquilla de los pesos obtenidos para cada criterio.</i> | 55 |
| <i>Ilustración 13. Pregunta de ordenación de la encuesta.</i> | 56 |
| <i>Ilustración 14. Gráfico de prioridades a la hora de ordenar los espacios liberados por los VA.</i> | 57 |
| <i>Ilustración 15. Intensidad de tráfico total 24h día laborable.</i> | 59 |
| <i>Ilustración 16. Plano de usos pormenorizados de Bilbao.</i> | 61 |
| <i>Ilustración 17. Media de los ruidos generados por tráfico.</i> | 64 |
| <i>Ilustración 18. Secciones tipo vía local.</i> | 67 |
| <i>Ilustración 19. Secciones tipo vía colectora local.</i> | 67 |
| <i>Ilustración 20. Sección tipo de vía principal.</i> | 68 |
| <i>Ilustración 21. Calles preseleccionadas</i> | 74 |
| <i>Ilustración 22. Jerarquización de la red viaria de Bilbao.</i> | 75 |
| <i>Ilustración 23. Gran Vía Don Diego López de Haro / Don Diego Lopez Haroko Kale Nagusia.</i> | 76 |
| <i>Ilustración 24. Paseo Campo Volantín / Campo Volantin Pasalekua.</i> | 77 |
| <i>Ilustración 25. Conexiones Paseo Campo Volantín.</i> | 78 |
| <i>Ilustración 26. Alameda Doctor Areilza / Areiltza Doktoarearen Zumarkalea.</i> | 78 |
| <i>Ilustración 27. Conexiones Alameda Doctor Areilza.</i> | 79 |
| <i>Ilustración 28. Alameda Recalde / Errekalde Zumarkalea.</i> | 80 |
| <i>Ilustración 29. Conexiones Alameda Recalde.</i> | 81 |
| <i>Ilustración 30. Calle Autonomía / Autonomia Kalea.</i> | 81 |
| <i>Ilustración 31. Conexiones Calle Autonomía.</i> | 82 |
| <i>Ilustración 32. Avenida Sabino Arana / Sabino Arana Zumarkalea.</i> | 82 |
| <i>Ilustración 33. Conexiones Avenida Sabino Arana.</i> | 83 |
| <i>Ilustración 34. Red de accesos a Bilbao.</i> | 84 |
| <i>Ilustración 35. Valoración del criterio del tráfico.</i> | 85 |
| <i>Ilustración 36. Red ciclable de Bilbao.</i> | 86 |
| <i>Ilustración 37. Valoración y puntuación de criterio de modos de transporte no motorizados: anchura de aceras.</i> | 87 |
| <i>Ilustración 38. Valoración de criterio de usos del suelo.</i> | 88 |
| <i>Ilustración 39. Zonas verdes y arbolado.</i> | 89 |
| <i>Ilustración 40. Siniestralidad Bilbao.</i> | 91 |
| <i>Ilustración 41. Medios de transporte que coexisten.</i> | 92 |
| <i>Ilustración 42. Ortofoto Bilbao.</i> | 94 |
| <i>Ilustración 43. Movilidad de Bilbao (interna, externa y atraída) por diferentes estudios.</i> | 97 |
| <i>Ilustración 44. Plano de pendientes.</i> | 99 |
| <i>Ilustración 45. Zona de afección de la calle</i> | 99 |
| <i>Ilustración 46. Área Metropolitana de Bilbao y los municipios que la forman.</i> | 100 |
| <i>Ilustración 47. Distritos afectados</i> | 101 |
| <i>Ilustración 48. Pirámide poblacional de Bilbao 2021.</i> | 102 |
| <i>Ilustración 49. Distribución de las personas paradas registradas según grupos de edad.</i> | 103 |
| <i>Ilustración 50. Inventario del suelo: usos del suelo.</i> | 104 |
| <i>Ilustración 51. Enumeración de equipamientos.</i> | 105 |
| <i>Ilustración 52. Banco de España.</i> | 105 |



| | |
|--|-----|
| <i>Ilustración 53. Palacio de la Diputación Foral de Vizcaya.</i> | 106 |
| <i>Ilustración 54. Delegación de Economía y Hacienda.</i> | 106 |
| <i>Ilustración 55. Palacio Chávarri.</i> | 106 |
| <i>Ilustración 56. Oficina de extranjería.</i> | 106 |
| <i>Ilustración 57. Osakidetza.</i> | 107 |
| <i>Ilustración 58. Delegación Territorial del Gobierno Vasco.</i> | 107 |
| <i>Ilustración 59. Plaza Moyúa.</i> | 108 |
| <i>Ilustración 60. Espacios verdes de Gran Vía.</i> | 108 |
| <i>Ilustración 61. Accesos al Parque de Doña Casilda.</i> | 109 |
| <i>Ilustración 62. Tipología edificatoria.</i> | 110 |
| <i>Ilustración 63. Delimitación de Palacio de la Diputación.</i> | 110 |
| <i>Ilustración 64. Casas de Sota.</i> | 111 |
| <i>Ilustración 65. Entorno de protección del Hotel Carlton.</i> | 111 |
| <i>Ilustración 66. Entorno de protección del Palacio Chávarri.</i> | 111 |
| <i>Ilustración 67. Tramos red viaria.</i> | 112 |
| <i>Ilustración 68. Sección situación actual Alameda Mazarredo-Plaza Moyúa.</i> | 113 |
| <i>Ilustración 69. Sección situación actual tramo Plaza Circular-Alameda Mazarredo.</i> | 114 |
| <i>Ilustración 70. Sección situación actual tramo Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.</i> | 115 |
| <i>Ilustración 71. Plano de aparcamientos.</i> | 116 |
| <i>Ilustración 72. Media sección situación actual Plaza Moyúa.</i> | 117 |
| <i>Ilustración 73. Movilidad interna de Bilbao por modo de transporte.</i> | 117 |
| <i>Ilustración 74. Relaciones peatonales intra e inter barrios.</i> | 119 |
| <i>Ilustración 75. Balance teórico de aparcamiento en Bilbao.</i> | 121 |
| <i>Ilustración 76. Red de tranvía.</i> | 123 |
| <i>Ilustración 77. Paradas de autobús.</i> | 123 |
| <i>Ilustración 78. Paradas de taxi de Gran Vía.</i> | 124 |
| <i>Ilustración 79. Línea de metro en la Gran Vía.</i> | 124 |
| <i>Ilustración 80. Red de carril bici de la Gran Vía.</i> | 126 |
| <i>Ilustración 81. Aparca bicis.</i> | 127 |
| <i>Ilustración 82. Puntos de concentración de accidentes.</i> | 127 |
| <i>Ilustración 83. Niveles de calidad del aire de NO₂ (µg/m³)</i> | 130 |
| <i>Ilustración 84. Mapa de la Ciudad Prohibida.</i> | 134 |
| <i>Ilustración 85. Vista de la calle Estraunza desde la Gran Vía.</i> | 134 |
| <i>Ilustración 86. Actuaciones en la Calle Gran Vía de Bilbao.</i> | 136 |
| <i>Ilustración 87. Zona de actuación de Plaza Circular-Alameda Urquijo.</i> | 137 |
| <i>Ilustración 88. Sección actuación Plaza Circular-Alameda Urquijo.</i> | 138 |
| <i>Ilustración 89. Antes y después de actuación de Plaza Circular-Alameda Urquijo.</i> | 139 |
| <i>Ilustración 90. Carriles de acceso que se plantean.</i> | 140 |
| <i>Ilustración 91. Zona de actuación Plaza Moyúa.</i> | 141 |
| <i>Ilustración 92. Antes y después de actuación Plaza Moyúa.</i> | 142 |
| <i>Ilustración 93. Parada de autobús Plaza Moyúa.</i> | 144 |
| <i>Ilustración 94. Sección mixta actuación Plaza Moyúa.</i> | 144 |
| <i>Ilustración 95. Sección acera norte Ilustración 93.</i> | 145 |
| <i>Ilustración 96. Sección acera sur Ilustración 93.</i> | 145 |
| <i>Ilustración 97. Zona de actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.</i> | 146 |
| <i>Ilustración 98. Antes y después de actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.</i> | 148 |
| <i>Ilustración 99. Parada de bus tramo Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.</i> | 149 |
| <i>Ilustración 100. Sección actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.</i> | 149 |
| <i>Ilustración 101. Localización de la estación de carga.</i> | 151 |
| <i>Ilustración 102. Antes y después de introducción de estación de carga.</i> | 152 |
| <i>Ilustración 103. Geometría estación de carga.</i> | 153 |



ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| <i>Tabla 1. Niveles de automatización.</i> | 9 |
| <i>Tabla 2. Compañías líderes en VA.</i> | 11 |
| <i>Tabla 3. Resumen de impactos de los VA.</i> | 33 |
| <i>Tabla 4. Pesos asignados a cada criterio de selección de calle.</i> | 54 |
| <i>Tabla 5. Anchuras de aceras normalizadas.</i> | 60 |
| <i>Tabla 6. Porcentaje de zona verde urbana Sobre Suelo Urbano.</i> | 63 |
| <i>Tabla 7. Ficha técnica Gran Vía de Don Diego López de Haro.</i> | 77 |
| <i>Tabla 8. Ficha técnica Paseo Campo Volantín.</i> | 78 |
| <i>Tabla 9. Ficha técnica Alameda Doctor Areilza.</i> | 79 |
| <i>Tabla 10. Ficha técnica Alameda Recalde.</i> | 81 |
| <i>Tabla 11. Ficha técnica Calle Autonomía.</i> | 82 |
| <i>Tabla 12. Ficha técnica Avenida Sabino Arana.</i> | 83 |
| <i>Tabla 13. Valoración y puntuación del criterio sea vía de entrada/salida de la ciudad.</i> | 84 |
| <i>Tabla 14. Valoración y puntuación del criterio de tráfico.</i> | 85 |
| <i>Tabla 15. Valoración y puntuación de criterio modos de transporte no motorizados: carril bici.</i> | 86 |
| <i>Tabla 16. Valoración y puntuación del criterio de modos de transporte no motorizados: anchura de aceras.</i> | 87 |
| <i>Tabla 17. Valoración y puntuación de criterio de usos del suelo.</i> | 88 |
| <i>Tabla 18. Cálculo de zona verde sobre área de suelo urbano.</i> | 89 |
| <i>Tabla 19. Valoración y puntuación de criterio medioambiental: espacios verdes.</i> | 90 |
| <i>Tabla 20. Valoración y puntuación de criterio medioambiental: niveles de ruido.</i> | 90 |
| <i>Tabla 21. Valoración y puntuación de criterio de accidentabilidad.</i> | 91 |
| <i>Tabla 22. Valoración y puntuación del criterio de medios de transporte que coexisten.</i> | 92 |
| <i>Tabla 23. Valoración y puntuación del criterio anchura.</i> | 93 |
| <i>Tabla 24. Valoración y puntuación del criterio de superficie de aparcamiento.</i> | 94 |
| <i>Tabla 25. Proceso de puntuación.</i> | 95 |
| <i>Tabla 26. Población total de Bilbao por edad.</i> | 98 |
| <i>Tabla 27. Objetivos de calidad acústica para ruido de 7:00 a 19:00</i> | 129 |
| <i>Tabla 28. Análisis y diagnóstico.</i> | 132 |
| <i>Tabla 29. Porcentajes de liberación de espacio.</i> | 155 |
| <i>Tabla 30. Respuestas a ¿cuál es su profesión?</i> | 163 |
| <i>Tabla 31. Respuesta a ¿cuál es su ámbito de trabajo?</i> | 164 |
| <i>Tabla 32. Respuestas a ordene los siguientes criterios</i> | 165 |
| <i>Tabla 33. Respuesta a ¿qué priorizaría a la hora de ordenar el espacio liberado?</i> | 166 |
| <i>Tabla 34. Cálculo de los pesos de cada criterio.</i> | 168 |



1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN Y MOTIVACIÓN DEL TRABAJO

El tiempo es una constante en movimiento, y nosotros, como personas sometidas a él, debemos no sólo adaptarnos, sino anticiparnos a lo que va a ocurrir para poder seguir evolucionando y, por lo tanto, subsistiendo. Este trabajo trata de adelantarse a este futuro más o menos próximo, contribuyendo a la planificación y diseño de la ciudad de cara a una de las innovaciones del transporte consideradas más disruptivas, identificando las potencialidades de los avances tecnológicos para crear algo beneficioso a diferentes niveles.

Desde hace muchos años se llevan proyectando en los cines películas de ciencia ficción o futuristas en las que los vehículos son voladores o se conducen solos, bien, pues en atención a los últimos desarrollos tecnológicos este futuro es inmediato y, para ello, debemos de estar preparados, pues tenemos la oportunidad y la capacidad de aprovechar el cambio para, no sólo adaptarnos, sino, mejorar la situación urbana actual en términos de seguridad, sostenibilidad, resiliencia, inclusividad e igualdad. Es imprescindible conocer cómo y cuándo se va a producir este cambio en la movilidad y funcionamiento de las ciudades, para aprovechar las oportunidades de mejora que ofrezcan, pudiendo plantear así una vida y modelo de ciudad mejor para las personas.

La próxima introducción de los vehículos autónomos, es decir, vehículos sin conductor, plantea mil y una incógnitas, y con cada una de ellas, una posible respuesta, una nueva oportunidad. En este trabajo se presentan algunas de las posibles respuestas a esas preguntas de cómo va a ser el cambio, cómo va a afectar a lo que se conoce hoy en día, y cómo se va a responder ante este cambio. En concreto, y tras desarrollar el marco teórico sobre el tema, se plantea su aplicación al caso de Bilbao, una de las ciudades más importantes y con mayor influencia del norte de España. Bilbao es una ciudad siempre abierta y dispuesta a las diferentes vanguardias que van sucediendo. Por ello, se considera ideal como caso de estudio para plantear la adaptación a las primeras implantaciones de los vehículos autónomos propuesta en este trabajo. Finalmente, el hecho de conocerla, al ser mi ciudad natal y donde habitualmente vivo, da un mayor sentido y justificación a esta elección.

1.2. OBJETIVOS

El principal objetivo de este trabajo es conocer y entender las implicaciones que conlleva la introducción de los vehículos autónomos en las ciudades y proponer, en



consecuencia, actuaciones reales de ordenación y diseño en el caso concreto de la ciudad de Bilbao.

Para el logro de este objetivo, se plantean unos objetivos más concretos que se sitúan en un segundo plano y que coinciden con la secuencia en la que se ha ido desarrollando el trabajo:

- Conocer y exponer los conceptos básicos relativos al vehículo autónomo, su utilización, funcionamiento, evolución histórica y características.
- Conocer y exponer los impactos positivos y negativos resultantes de la implantación de los vehículos autónomos en las ciudades.
- Conocer y exponer las directrices y medidas de planificación y diseño que los expertos consideran adecuadas para la adaptación a los vehículos autónomos.
- Fijar una metodología de elección de la calle óptima, de análisis y diagnóstico de esta, y de posterior ordenación y diseño de la misma.
- Analizar y estudiar en profundidad la situación actual de una calle en concreto en cada uno de los diferentes aspectos que la componen y elaborar un diagnóstico crítico en el que se señalen los problemas, necesidades, y potencialidades de la misma.
- Elaborar y proyectar una propuesta de actuación en base al diagnóstico realizado para dar una solución urbana sostenible, respetuosa con el medioambiente, saludable, segura e inclusiva.

1.3. ESTRUCTURA, METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS DEL TRABAJO

Tras un apartado introductorio, el trabajo en sí se divide en dos partes fundamentales, la primera de carácter teórico, de estudio y análisis de esta nueva tecnología y sus potenciales consecuencias desconocidas en un primer momento, y la segunda de carácter aplicado, donde se hace uso de toda esta información previamente recabada para hacer una buena actuación en la ciudad de Bilbao.

Primeramente, gracias a la revisión de la abundante literatura existente, en la primera parte del trabajo se analizan las características de los vehículos autónomos. Este conocimiento en profundidad permite luego entender mejor los impactos y consecuencias que los vehículos autónomos se espera tendrán en las diferentes escalas y ámbitos (transporte, estructura y forma urbana, calidad de vida). Por otro lado, también sirve para conocer las primeras actuaciones, directrices y proposiciones que los expertos hacen en base a los impactos que generan en las ciudades.

En la segunda parte, se elige la calle de Bilbao en la que se propone la actuación, a partir de la definición de unos criterios (en base a los impactos de los vehículos autónomos)



por los cuales cada calle preseleccionada obtiene una puntuación y es ordenada. Para la ponderación de los criterios se utiliza el método multicriterio rank-sum. Este método, reparte los pesos de los criterios relativamente. Los pesos de los criterios se obtienen mediante una Encuesta a 33 profesionales del sector que se elabora con el programa *LimeSurvey*. Todo el cálculo del proceso de elección de la calle, desde la aplicación del método rank-sum para obtener las ponderaciones de cada criterio, hasta la valoración, ponderación y suma de las puntuaciones que obtiene cada calle, se hace con el programa Excel.

Una vez elegida la calle, se procede al análisis y diagnóstico de esta. En esta etapa, mediante cartografía, información urbanística que proporciona el Ayuntamiento de Bilbao, así como el trabajo de campo realizado, se determinan las necesidades, problemas y potencialidades de la calle. De esta manera, se consigue enfocar el posterior diseño y ordenación urbana. La representación gráfica de esta etapa se hace utilizando el programa ArcGIS, donde se señala la localización de cada elemento y ámbito que se analizan.

Para el planteamiento del diseño y ordenación urbana, y su representación gráfica, se hace uso de diferentes programas. En el software de Autodesk Civil 3D, en el que se tiene la cartografía, se plantean y encajan las diferentes posibles soluciones. Después, se elabora el modelo 3D de las soluciones elegidas en el programa SketchUp, lo que permite, además, crear los fotomontajes que unen los elementos del modelado 3D con fotos tomadas de la situación actual, tal y como se ve en las infografías del trabajo. Por último, estos fotomontajes se acaban con el programa de Photoshop.

Finalmente, el trabajo culmina estableciendo las principales conclusiones del estudio. Asimismo, se aportan como anexos las respuestas obtenidas de la Encuesta a profesionales, así como los cálculos de los pesos de los criterios de selección de la calle.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. CONTEXTUALIZACIÓN DEL VEHÍCULO AUTÓNOMO

2.1.1. ¿QUÉ ES?

El vehículo autónomo, también llamado vehículo automatizado, auto conducido, robótico o incluso, sin conductor, es aquel que es capaz de percibir y analizar el entorno urbano y, por lo tanto, navegar de forma autónoma, sin necesitar el factor humano (Stead et al., 2019).

El proceso de automatización está en constante evolución desde los años 1980. De acuerdo a la clasificación establecida por la Sociedad de Ingenieros de la Automoción



(SAE) (SAE, 2014) que ha sido aceptada globalmente, se definen los 5 niveles de automatización:











| NIVEL DE AUTOMATIZACIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|
| CONTROL DEL CONDUCTOR |  |  |  |  |  |
| CONTROL DEL VEHÍCULO |  |  |  |  |  |

Tabla 1. Niveles de automatización.

Fuente: elaboración propia.

Nivel 1: Asistencia del conductor.

Es un nivel de asistencia al conductor, en el que este monitoriza la conducción y es asistido por un sistema automatizado de conducción que puede ejecutar el control bien longitudinal o bien lateralmente (Milakis et al., 2017). Esto significa que la mayoría de las funciones aún están controladas por el conductor, salvo acciones simples como acelerar o el manejo de la dirección (Vaddadi, 2017).

Nivel 2: Conducción automatizada parcialmente.

Es un nivel de automatización parcial de la conducción, en el que la persona supervisa el entorno de conducción y es asistido por sistemas automatizados para la ejecución de ambos controles de movimiento, lateral y longitudinal, es decir sistemas de guiado y de control de velocidad de cruce al mismo tiempo (Milakis et al., 2017). Aunque el conductor tenga que estar siempre atento para coger el control en cualquier momento, ya que no disponen de un sistema completamente automatizado de detección y respuesta de objetos y eventos, puede desentenderse para determinadas cuestiones de manejo físico del vehículo, por ejemplo, sin tener que sujetar el volante con las manos (asistente de mantenimiento en el carril, LKA según sus siglas en inglés) o, sin tener que estar apoyando el pie en el acelerador (control de cruce adaptativo, ACC), incluso con asistencia de aparcamiento (*Parking assist*, PA) (Bujedo Esteban, 2019; Vaddadi, 2017).



Nivel 3: Conducción automatizada condicional.

En este nivel, el sistema de conducción autónoma se encarga de todas las tareas dinámicas de la conducción, mediante la monitorización del entorno y controlando el movimiento en tiempo real. Aun así, el humano siempre tendrá que estar atento por si en algún momento ocasional tiene que tomar el control del vehículo, por lo que no es necesario, como en los niveles anteriores, que el conductor esté en todo momento conduciendo el vehículo, pero sí pendiente (Vaddadi, 2017; Milakis, et al., 2017). En este nivel el vehículo puede circular de forma autónoma en carreteras de las que se disponga de la suficiente información hasta velocidades de 130 km/h, siendo capaz de realizar funciones como incorporaciones a la vía, adelantamientos o cambios de carril. Además, también es capaz de llegar a velocidades de 60 km/h en atascos (Bujedo Esteban, 2019).

Nivel 4: Conducción automatizada alta.

En este caso, el sistema de conducción autónoma se encarga de todas las tareas dinámicas de la conducción sin la intervención del ser humano. Este sistema, controla el vehículo mediante un dominio operacional prescrito (Milakis et al., 2017). Lo que diferencia este nivel del siguiente es que este no es capaz de operar en todos los escenarios, ya que no cuenta con el diseño de dominio operativo, esto es ODD (*Operational Design Domain*) (Vaddadi, 2017). La participación humana no es necesaria en este nivel en acciones como entrar y salir de un aparcamiento, por lo que el conductor puede ausentarse (*Parking Garage Pilot*) (Bujedo Esteban, 2019).

Nivel 5: Conducción automatizada total.

Al igual que en la anterior, el sistema de conducción autónoma se encarga de todas las tareas dinámicas de la conducción sin la intervención del ser humano, pero, esta vez, el sistema puede operar bajo cualquier condición sobre la carretera sin ningún tipo de restricción de diseño de base (Milakis et al., 2017). Por tanto, lo que se espera de este nivel de automoción es, que en cualquier tipo de escenario el vehículo sea conducido de la misma manera que si lo hiciera una persona (Vaddadi, 2017).

Algunos avances de los vehículos autónomos llevan siendo utilizados varios años, mientras que otros están entrando ahora al mercado poco a poco (Yigitcanlar, et al., 2019; Milakis et al., 2017). En la actualidad, la mayor parte de los vehículos circulando son de nivel 2, y hay algunos incluso de nivel 3, aunque se espera que los vehículos con un nivel de automatización 3 se comiencen a comercializar de manera más general entre



2020 y 2025 (González-González et al., 2019). Pero, esto va más rápido de lo que se cree. Destacar que, por ejemplo, Waymo, ya cuenta con vehículos de nivel 3 y 4 de automatización (Nogués et al., 2021). Las compañías que hoy en día lideran el mercado son:

| COMPAÑÍAS | Nº DE PATENTES |
|-------------|----------------|
| Bosch | 958 |
| Audi | 516 |
| Continental | 439 |
| Google | 338 |

Tabla 2. Compañías líderes en VA.

Fuente: González-González, et al. (2019)

Los vehículos de nivel 4 y 5 se prevé que tomen las carreteras entre el año 2027 y 2035, aunque se estima que su total penetración sea entre 2040-2050 (González-González et al., 2019).

2.1.2. ¿CÓMO FUNCIONA?

Para percibir el entorno estos vehículos se sirven de tecnología como el sensor RADAR, sensor LIDAR, visión computarizada por cámaras, sensores de ultrasonidos y GPS (*Ilustración 1*). Estos instrumentos pueden trabajar de forma conjunta o independientemente. Con esto, se interpreta e identifica la ruta, las señales de tráfico y los obstáculos, recogiendo así la información necesaria para generar un modelo virtual del entorno (Bujedo Esteban, 2019).

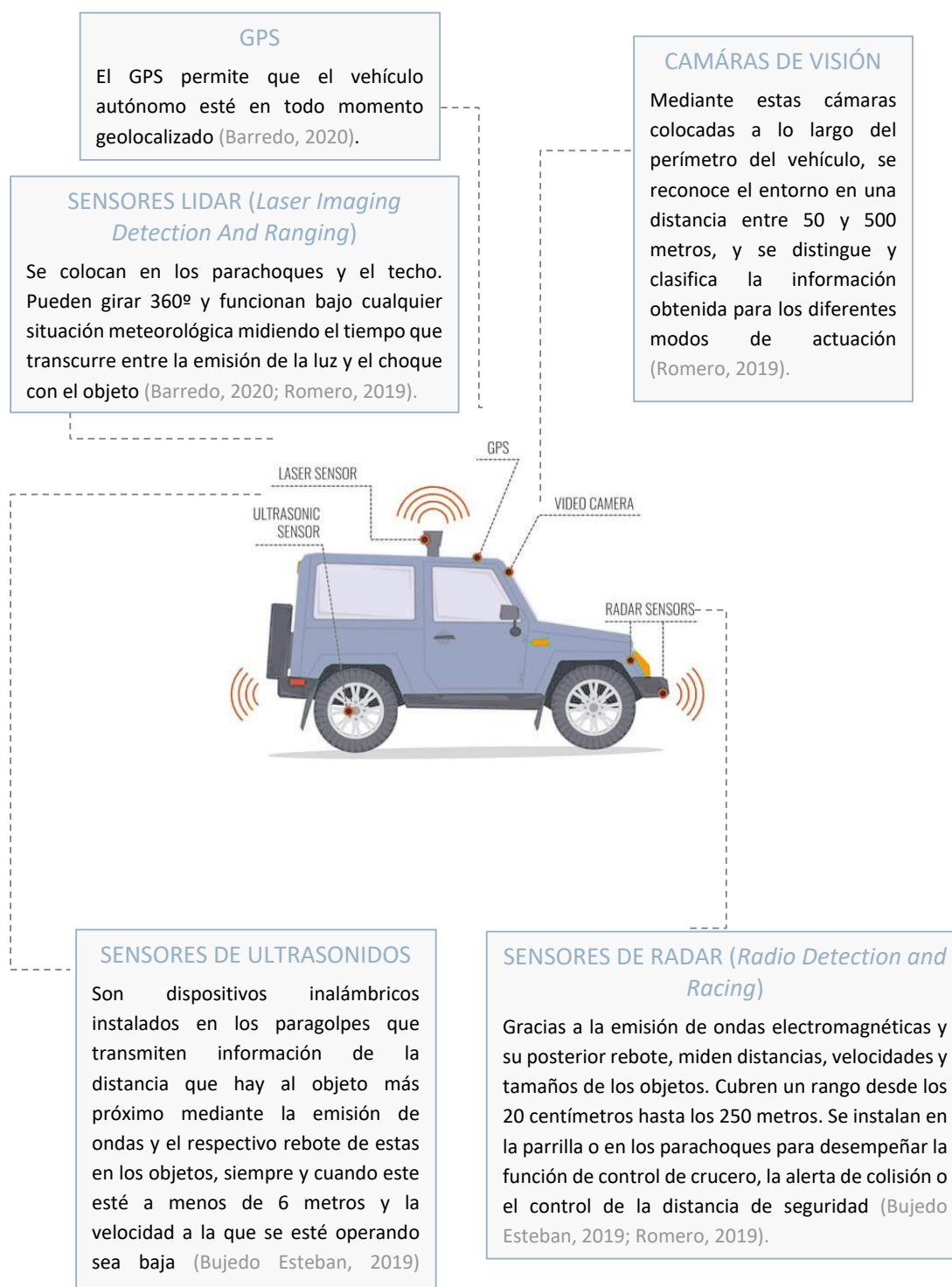


Ilustración 1. Instrumentos de un vehículo autónomo.

Fuente: elaboración propia a partir de Barredo (2020); Bujedo Esteban (2019) y Romero (2019).

Además de estos instrumentos, los vehículos autónomos cuentan con unos sistemas de conexión que todavía refuerzan más su funcionamiento:

V2V (*vehicle to vehicle*)

Conexión entre vehículos.



V2I (*vehicle to infrastructure*)

Conexión del vehículo con la
infraestructura.



V2P (*vehicle to pedestrians*)

Conexiones entre los peatones
y el vehículo.



V2N (*vehicle to network*)

Conexión entre la red y los
vehículos.



2.1.3. ¿CÓMO SE PUEDE UTILIZAR?

Los vehículos autónomos pueden utilizarse de diversas maneras en función del tipo de transporte, personas o mercancías, y según la propiedad del vehículo:

- **Private Autonomous Vehicle (PAV):** Este vehículo pertenece a una persona o familia, es decir, es comprado y tiene una propiedad privada. En este caso, si fuese necesario, la persona que está en el interior sí que podría tomar el control del vehículo, por eso, durante el trayecto puede desarrollar otras actividades sin prestar atención, pero dispuesto a tomar el control en cualquier momento (Fraederich et al., 2018).

- **Shared Autonomous Vehicle (SAV):** Un vehículo compartido es aquel que comparte o bien su propiedad o bien el trayecto de los pasajeros, ya sea de forma puntual o periódica (Fraederich et al., 2018). De ese modo, nos encontramos con tres distintos tipos principales de vehículo compartido (*sharing*):
 - **Car-pooling.** El vehículo, que es propiedad de un individuo, se comparte en una comunidad de socios, como es el caso de *Uber*.
 - **Car-sharing.** El vehículo es alquilado temporalmente a una empresa, a la que pertenece, para su uso. Ejemplos de algunas de las plataformas más populares que se disponen para llevar a cabo esta práctica son *Zity* y *Car2Go*.
 - **Ride-hailing.** El vehículo es alquilado a una empresa, pero, únicamente por el tiempo que dura el trayecto. Este tipo de movilidad hoy en día es más conocida como los taxis.
 - **Ride-sharing.** El vehículo es compartido únicamente durante un viaje entre varios usuarios, entre los cuales está el dueño y, pudiendo ser estos conocidos o desconocidos. De los más conocidos a nivel nacional tenemos la plataforma líder *BlaBlacar*.
- **Autonomous Delivery Vehicle (ADV):** Estos son vehículos que desempeñan servicios de reparto de mercancías o de venta ambulante. Son autopropulsados, y, si se requiriese, dependiendo del tamaño, y por lo tanto de su capacidad, se podría conducir por aceras y carriles bici (Fraederich et al., 2018).

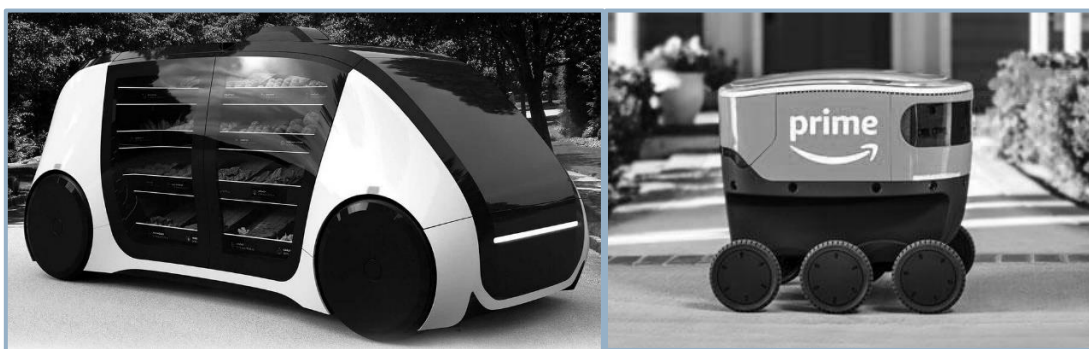


Ilustración 2. Diferentes vehículos autónomos de reparto.

Fuente: Ochwat (2019) y Wise (2018).



2.1.4. ¿CUÁL ES SU HISTORIA?

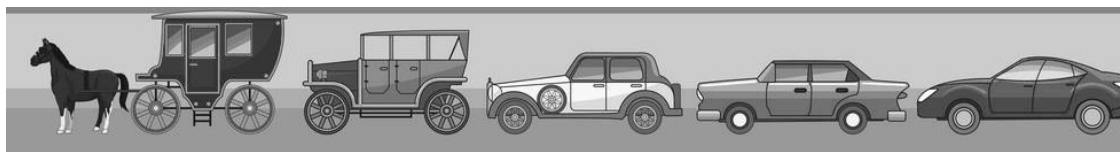
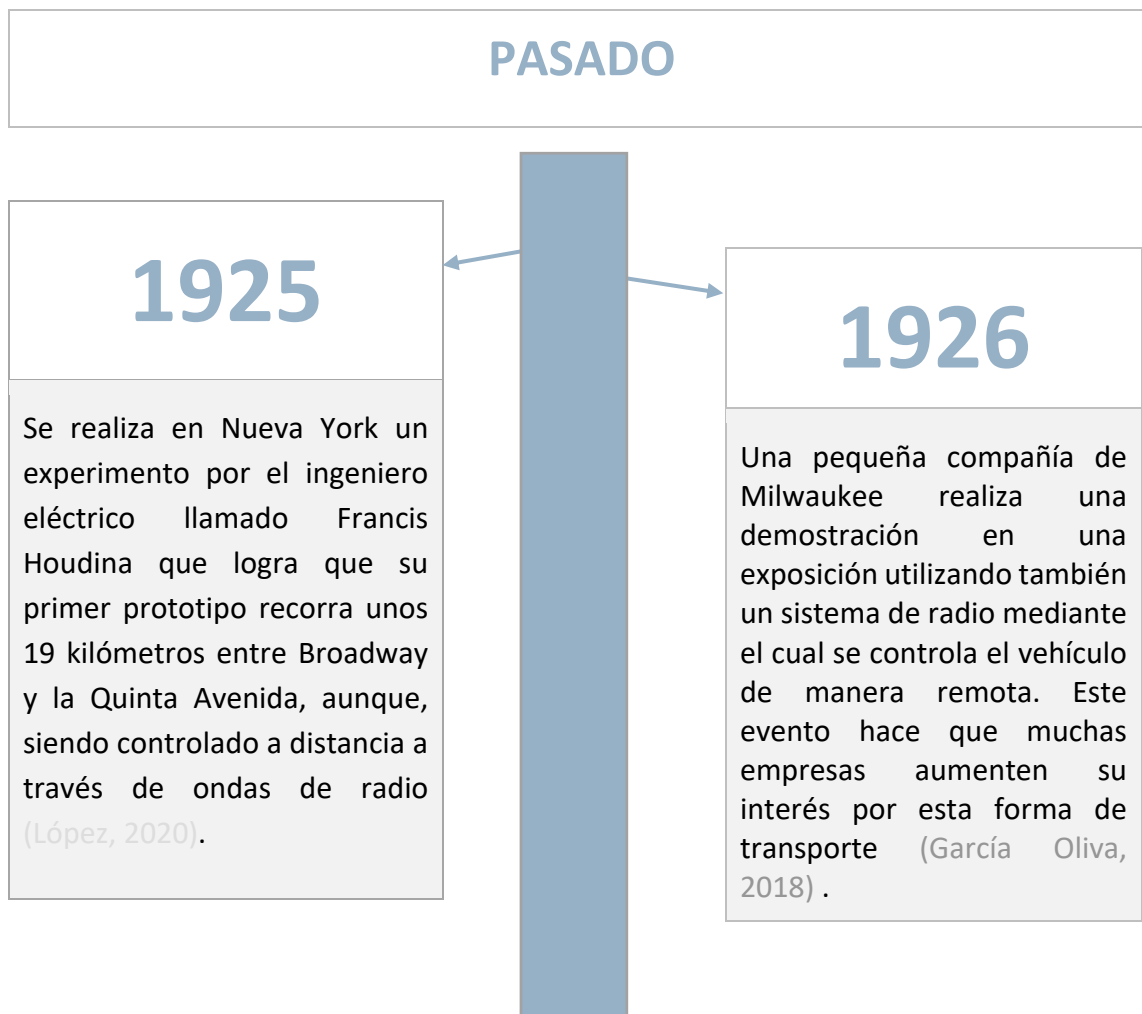
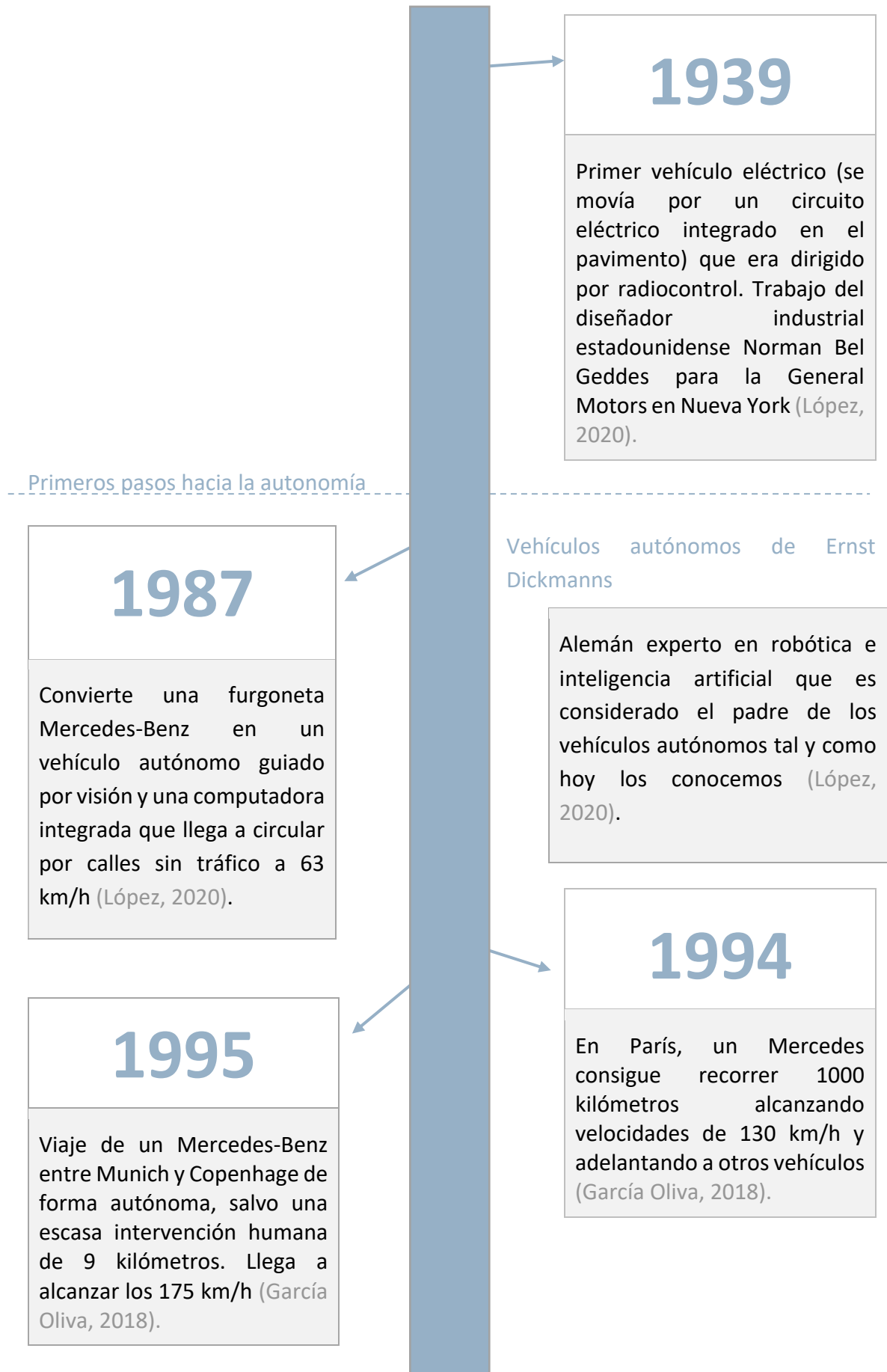


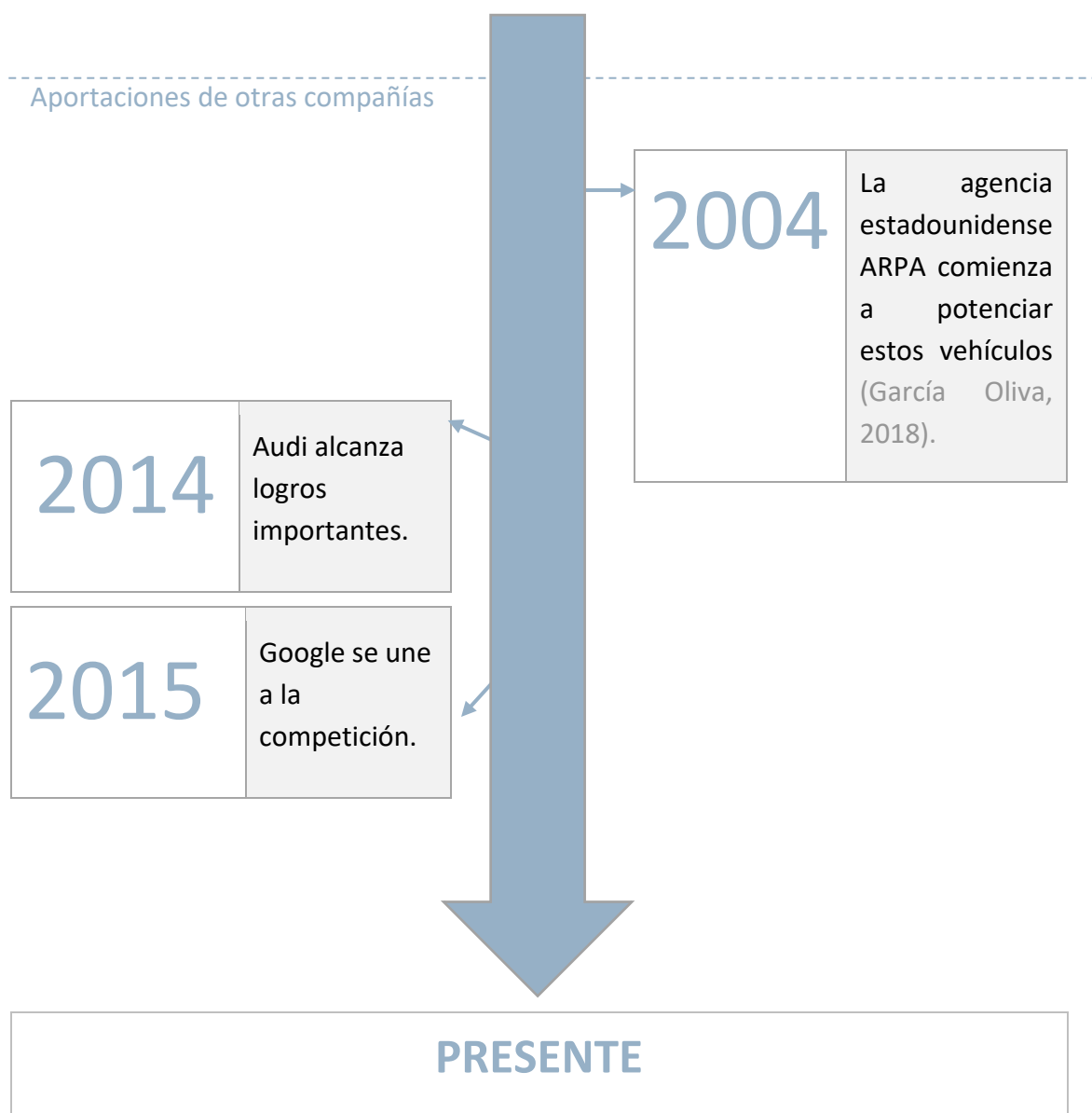
Ilustración 3. Evolución de los coches.

Fuente: VectorStock.

Las primeras investigaciones y experimentos relacionados con los vehículos autónomos comienzan a realizarse en 1980; sin embargo, es en la última década donde se dan la mayoría de los avances tecnológicos que hacen repuntar el desarrollo de estos (González-González et al., 2019). A continuación, se mostrará una línea temporal con los acontecimientos principales que han marcado la historia de estos vehículos:







Hoy en día, aún hay mucho camino que recorrer para que la implementación de los vehículos autónomos sea una realidad. Primeramente, se estima que el coste de estos productos será muy elevado, lo que frenará su introducción. Además, otro factor que retrasa este evento es que en muy pocos lugares del mundo existe la legislación necesaria que regule estos nuevos vehículos, así como los modelos de ordenación. En este ámbito se podrían destacar países como Australia, Finlandia, Países Bajos y Singapur, según señala el índice de preparación *Autonomous Vehicles Readiness Index* (AVRI) desarrollado por KPMG (KPMG International, 2020). Este estudio analiza 30 países en atención a 28 aspectos que se agrupan en cuatro grandes pilares: política y legislación, tecnología e innovación, infraestructura y aceptación del consumidor. El estudio de KPMG ofrece una buena revisión del estado actual mundial mediante la ejecución de una tabla que proporciona información sobre el nivel de preparación de 30 países.



Hablando a escala mundial, los países más punteros de la materia en el año 2020 son Singapur, Países Bajos, Noruega, Estados Unidos de América y Finlandia, mientras que los 5 que están al final de la tabla son Brasil, India, México, Chile y Rusia. Singapur lidera este ranking por primera vez en 2020, adelantando a Países Bajos que estaba en la primera posición en 2019. En Singapur son los primeros en materia de aceptación por parte de la sociedad, y política y legislación. Países Bajos ocupa el segundo lugar gracias a ser punteros en materia de infraestructuras, siendo líder en número de estaciones de carga. Noruega consigue el tercer puesto por el increíble avance que ha dado en la introducción y utilización de los VA, es el país que mejor mercado de VA tiene. Los Estados Unidos de América están en el cuarto puesto gracias a que son el segundo país (después de Israel) en cuanto a tecnología e innovación, ya que las compañías de Apple, Google, General Motors y Ford son las que dominan el desarrollo de los VA. En el último lugar del top 5, Finlandia es el país que cuenta con más regulaciones específicas para los VA y toda su red está abierta a ellos. El problema de países como Brasil e India es que no cuentan con ningún tipo de legislación, y los gobiernos ni siquiera hacen mención a este asunto. Por otro lado, en México tienen que hacer una gran labor en preparar las infraestructuras para estos vehículos, y así ocurre, en cierta medida en Rusia, donde la conexión en todo el territorio es el gran inconveniente que les está retrasando. En cuanto a Chile, cabe destacar que su principal impedimento es la poca capacidad de innovación que tienen en el país para tomar medidas en materia de tecnología y comunicaciones.

Centrándose en el panorama nacional, se puede ver España desciende de la 18ª posición a la 22ª en cuestión de un año. Su puesto en cada uno de los 4 pilares es:

- 23º en política y legislación
- 23º en tecnología e innovación
- 15º en infraestructura
- 17º aceptación del consumidor

España se encuentra en la primera fase del programa llamado *Autonomous Ready Spain* de la mano de la Dirección General de Tráfico (DGT), el Ayuntamiento de Barcelona, Ferrovial y Mobileye. Desde diciembre de 2019 se han provisto de 400 vehículos equipados con tecnologías de asistencia de conducción. Por otro lado, se han comenzado proyectos de autobuses de uso turístico en las localidades de Málaga y las Islas Canarias, gracias al apoyo de estos ayuntamientos. En enero de 2020 se anuncia la introducción de un autobús sin conductor en el Campus de la Universidad Autónoma de Madrid en colaboración con la DGT y el Consorcio de Transportes de la Comunidad de Madrid.



La ley que regulará los VA es anunciada por el gobierno a principio del año 2020, pero la crisis del coronavirus ha atrasado esta cuestión. Mientras, las carreteras están siendo provistas de conectividad 5G. Los expertos afirman que España necesita mejorar en materia de aumento de los puntos de carga, además de ir más allá en las pruebas de VA, alcanzando cada vez mayor nivel de automoción. Tampoco escapa a sus críticas el desarrollo de la ley que actualmente está estancada (KPMG International, 2020).

FUTURO

El punto de mira de las sociedades actuales está en las llamadas *Smart Cities*, ciudades con tecnología innovadora de toma de decisiones y provisión de servicios. Este tipo de ciudades darán acceso a nuevos modos de transporte con más calidad ambiental, con mejoras en la salud, en definitiva, mejorarán la calidad de vida de sus habitantes (Yigitcanlar et al., 2019).

De hecho, esto se corresponde con uno de los objetivos de la agenda 2030, donde se recogen los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para transformar el mundo actual. En concreto, el número 11 titulado “ciudades y asentamientos sostenibles” tiene como objetivo lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, para lo que se necesita de la planificación urbanística adecuada, la gestión participativa y la urbanización inclusiva, la protección del patrimonio natural y cultural del mundo, el uso eficiente de los recursos, la mitigación y la adaptación al cambio climático y la gestión integral de los riesgos de desastre. Todo ello reduciendo el impacto ambiental de las ciudades, en especial en la calidad del aire y la gestión de los residuos, apoyando los vínculos económicos, sociales y ambientales, entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales, y prestando atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad (Naciones Unidas, 2021).



Ilustración 4. Objetivos de desarrollo sostenible.

Fuente: Organización de Naciones Unidas (2021).

2.2. IMPACTOS EN LA CIUDAD DEBIDO A LOS VEHÍCULOS AUTÓNOMOS

Los diferentes impactos que se pueden llegar a dar debido a la introducción de los vehículos autónomos son abundantes. Además, aún no hay forma de saber a ciencia cierta si los resultados serán positivos o negativos, o incluso, si los impactos que se plantean serán los que se produzcan en la realidad.

Dentro de la literatura científica se pueden encontrar diversas clasificaciones de los impactos, siendo las dos más comunes la relativa a la tipología de los impactos, por un lado, y la correspondiente al orden temporal de su aparición por otro.

2.2.1. SEGÚN TIPOLOGÍA




Los impactos esperables en función de su tipología se pueden agrupar bajo tres categorías:

- Transporte
- Estructura y forma urbana
- Calidad de vida



2.2.1.1. TRANSPORTE

Dentro de la subcategoría de transporte encontramos impactos que afectan al viaje, a los diferentes medios de transporte no motorizados, al tráfico y al transporte público.

| EL VIAJE |  |  |
|---|---|---|
|  <p>Debido a los vehículos autónomos, se espera una reducción del valor del tiempo de viaje y un notable incremento de las distancias de viaje (González-González et al., 2019).</p> | <p>Este tipo de vehículos proporcionan una comodidad y una capacidad de realizar otras actividades durante el viaje, como trabajo u ocio, que lo hacen muy competitivo. Por eso, hará que el valor del tiempo disminuya, y, por lo tanto, también que las distancias de viaje se incrementen. En resumen, disminuirá el costo del viaje (González-González et al., 2019).</p> | <p>Al tener estas cualidades, la implantación de estos vehículos puede conllevar a una reducción del transporte público de larga distancia. (González-González et al., 2019).</p> |

LOS MODOS DE TRANSPORTE NO MOTORIZADOS




La introducción de los VA podrá poner en el punto de mira la mejora y priorización de las aceras o carriles bici (Nogués et al., 2020). Además, el transporte activo está asociado a beneficios de salud y medioambiente (Booth et al., 2019).



Con el objetivo de conseguir el mejor escenario, los expertos aseguran que los modos activos de transporte deberán de tener unos buenos itinerarios y ser priorizados ante cualquier otro modo de transporte, incluyéndose los vehículos autónomos. Por lo que el uso de estos podría quedar restringido en ciertas zonas de la ciudad para así evitar los viajes de puerta a puerta y animar a la población a utilizar modos de transporte activos (Nogués et al., 2020).



Tras una encuesta hecha, los resultados obtenidos presentan que los AV podrán reducir potencialmente la participación en las dos principales formas de transporte no motorizado (a pie y en bicicleta) a no ser que se apliquen políticas y/o estrategias para motivar el uso de estas formas activas (Booth et al., 2019).

| EL TRÁFICO | + | - |
|--|---|--|
| <div data-bbox="245 300 512 568">  </div> <p data-bbox="240 584 520 658">El tráfico depende en gran parte de:</p> <ul data-bbox="252 680 520 1294" style="list-style-type: none"> • Si al vehículo se le da un uso privado o compartido. • La conectividad del vehículo con el entorno que le rodea (V2V y V2I). • El rango de penetración que tendrán en las ciudades. • El tamaño del vehículo. <p data-bbox="240 1317 501 1346">(Cohen et al., 2019)</p> | <p data-bbox="549 322 932 533">La mejora en la seguridad de estos vehículos hace que el número de accidentes baje, y, por lo tanto, también el nivel de congestión.</p> <p data-bbox="549 568 932 1234">La conexión que puede tener el vehículo con su entorno también afecta de forma positiva a la congestión, porque estas habilidades son las que permiten que los vehículos circulen a menos distancia de separación los unos de otros, así como las decisiones de acelerado y frenado, lo que incrementará el buen uso y la efectividad de la capacidad de la infraestructura (Cohen et al., 2019).</p> <p data-bbox="549 1270 932 1615">Estas conexiones a su vez, permitirán también que los vehículos puedan circular a una velocidad mayor de forma segura, y, por consiguiente, incrementará la accesibilidad (Nogués et al., 2020).</p> | <p data-bbox="959 322 1342 1025">La congestión está inducida por la demanda que tiene la infraestructura. Estos vehículos pueden incrementar la congestión debido a que la demanda se verá incrementada. Con unos niveles de automatización 4 y 5, todas aquellas personas que actualmente no son conductores (los que no tienen permiso para conducir, o los que no pueden obtenerla), se sumaría a la demanda actual.</p> <p data-bbox="959 1061 1342 1727">La popularidad de este nuevo modo de transporte podría incentivar el uso del coche de forma particular, lo cual derivaría no sólo en un aumento de la congestión, sino en la contaminación medioambiental y en la extinción de otros modos de transporte: el transporte público, el ciclista y el peatonal. Algo que perjudicaría a la salud de los habitantes a largo plazo (Cohen et al., 2019).</p> |

EL TRANSPORTE PÚBLICO



Después de la introducción de los VA puede verse reforzado o abandonado, dependerá del uso que se le dé y permita al vehículo autónomo.



El transporte público seguirá siendo de gran utilidad e importante en áreas urbanas grandes y centros de ciudad. En este escenario trabajará junto con los SAV. (González-González et al., 2019)

Se prevé que en las ciudades se les comience a dar un uso restringido a aquellos vehículos de carácter individual, y, además, debido a sus altos costes de operación, se incrementará el uso del transporte público (González-González et al., 2019).

Aunque el coste de los estos vehículos vaya decreciendo con el tiempo debido a la producción masiva y el alcance tecnológico, no todas las personas podrán acceder a este, por lo que, siempre habrá una parte de la población que necesite el transporte público para desplazarse (Cohen et al., 2019)



Los vehículos autónomos compartidos serán más competentes que el transporte público en lugares rurales y pequeños, debido a que estos son más rápidos, económicos y cómodos (González-González et al., 2019).

El transporte público podría llegar a su extinción en el caso de que se aumentase en gran medida el uso del coche autónomo de forma particular (Cohen et al., 2019).

La reducción del transporte público asociada a la implementación de los SAV tendrá una relación con el valor del tiempo y el coste de operación (González-González et al., 2019).

2.2.1.2. ESTRUCTURA Y FORMA URBANA

Los impactos que afectan al medio son los debidos a los cambios que se introducen en el aparcamiento, en los usos del suelo y en la infraestructura.

LIBERACIÓN DE ESPACIO



Gracias a la condición de que estos vehículos se pueden tanto aparcar como conducir solos, va a haber en la ciudad una reducción de la necesidad de aparcamiento en superficie.

Relocalizándose así los parkings a las afueras de las ciudades sin necesidad de que las personas se desplacen hasta allí, pudiéndose quedar en su destino y que luego el vehículo se desplace autónomamente hasta dichos parkings. De esta forma, se aprovecha ese espacio liberado tanto por los espacios de estacionamiento como por los de desplazamiento de los vehículos, para otros usos (González-González et al., 2019).




Si se hace uso del vehículo autónomo de forma compartida, el espacio liberado de aparcamiento en superficie será mayor que si es individual. El espacio liberado transformará la trama urbana, densificando y concentrando los usos en los centros urbanos, generando así nuevos espacios públicos (áreas residenciales, carriles de transporte público, aceras y carriles bici, equipamientos, espacios libres, etc.)

Obviamente, los vehículos autónomos están subordinados a los objetivos del planeamiento urbano: mejora de la calidad de vida tanto de los ciudadanos como de la propia ciudad mediante la mejora de los estándares urbanísticos.

La exactitud que tienen estos vehículos al aparcar hará que ambas distancias, la de seguridad y la de acceso al vehículo con la que se cuenta para diseñar las plazas de aparcamiento, ya no sea necesaria, de esta forma, el espacio destinado al aparcamiento se disminuiría y se aumentaría la capacidad de los aparcamientos.



Aunque con la implantación de estos vehículos se siguen previendo grandes concentraciones de aparcamientos para dar apoyo a grandes zonas comerciales, de gran movilidad, e incluso a garajes colectivos de amplias áreas residenciales, el uso de los vehículos convencionales seguirá necesitando los posibles espacios liberados. (Nogués, et al., 2020; González-González, et al., 2019; Fraederich, et al., 2018)

| <p>LOS USOS DEL SUELO</p> | <p>+</p> | <p>—</p> |
|--|--|---|
|  <p>El cambio de usos del suelo por liberación de espacios y el cambio en los patrones de crecimiento urbano serán los principales cambios. El primer tema está asociado principalmente a la liberación de aparcamientos y carriles de circulación; y el segundo a la reducción del valor del tiempo e incremento de las distancias de los viajes y kilómetros recorridos. La nueva recolocación de las localidades y lugares de trabajo, junto a la de los parkings, afectará a la diversidad y concentración de los usos del suelo, así como al diseño físico de las calles y los bloques (Nogués et al., 2020)</p> | <p>Habrà un incremento de la compacidad de las ciudades, es decir, una densificación y crecimiento ordenado. Aparte del gran beneficio económico en la renta de las familias que supondrá la implantación de los vehículos autónomos, debido a la introducción del transporte público automatizado y la reducción del tiempo de viaje, las ciudades aumentarán su población y se expandirán (González-González et al., 2019). A su vez, y por consecuencia, los servicios se centralizarán (Cohen et al., 2019).</p> | <p>La disminución del valor del tiempo y el bajo coste de las infraestructuras a las afueras puede dar lugar a la dispersión urbana, generando efectos negativos en materia de efectos ambientales y consumo de recursos (Fraederich, Heinrichs et al., 2018). Además, los negocios pueden dispersarse con el objetivo de tener más proximidad con sus clientes, algo que restará accesibilidad (Cohen et al., 2019). Prevenir la dispersión urbana es uno de los mayores riesgos de la sostenibilidad de las ciudades. Lo que se podrá hacer mediante el establecimiento de estándares mínimos de densidad urbana (Nogués et al., 2020).</p> |

DIMENSIONAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA



La exactitud y eficiencia de estos vehículos al operar supondrá un cambio en las infraestructuras de transporte. Ya no será necesario contar con el factor humano (González-González et al., 2019).



El VA será capaz de moverse continuamente en la misma línea recta sin desplazamientos laterales y en pooling (todos seguidos con poco espacio intermedio), por lo que se podrán estrechar los carriles, o reducir su número, al no necesitarse ese habitual sobreancho que da seguridad y comodidad al conductor. De esta forma, y junto con el decrecimiento del número de vehículos en circulación, se podrán reducir tanto en anchura como en número de carriles las nuevas infraestructuras (González-González et al., 2019). Además, también se plantea la posibilidad de reducir la señalización, ya que esta información es capaz de ser transmitida en tiempo real mediante medios digitales de la siguiente forma: infraestructura-vehículo (V2I). Aunque, tanto ciclistas como peatones (aquellos que no sean usuarios de los vehículos autónomos), seguirán necesitando de señalizaciones (Fraederich et al., 2018).



Las infraestructuras sufrirán un gran cambio para acomodarse a las nuevas necesidades de los vehículos autónomos (Yigitcanlar, Wilson, & Kamruzzaman, 2019). Aparte de las nuevas dotaciones tecnológicas (equipos de emisión y recogida de información y estaciones de carga) y el cambio de tamaño, hay que destacar la introducción de los puntos de recogida de los que antes se ha hablado. Estos puntos exigirán una localización concreta para ayudar a incrementar y motivar el uso de otros modos de transporte (González-González et al., 2019).

2.2.1.3. CALIDAD DE VIDA

En esta subcategoría entran todos aquellos impactos que afectan a la sociedad y a su economía y se categorizan bajo los siguientes títulos: la sociedad, el medioambiente, la información, los accidentes y la economía.

| LA SOCIEDAD | <div data-bbox="710 465 778 533">+</div> <div data-bbox="1098 495 1161 521">-</div> |
|---|--|
| <div data-bbox="256 528 502 770">  </div> <p data-bbox="240 801 518 994">La introducción de estos vehículos también afectará a la sociedad de diferentes formas.</p> | <div data-bbox="549 568 932 1995"> <p>El grupo de no conductores, aquellas personas que no tienen el permiso de conducir, bien porque no quieren o porque no pueden (menores de edad, personas mayores, discapacitados), tendrían mediante estos vehículos la oportunidad de ganar accesibilidad. El decrecimiento de la necesidad de aparcamientos en superficie conllevaría a una mayor asequibilidad en los precios de las viviendas y a que la calle fuese un elemento social de comunicación, aportando bienestar a la sociedad. La calle también puede utilizarse para dar más espacio a los modos activos de transporte, motivando así a la sociedad a llevar una vida activa. Al reducirse los niveles de congestión, de contaminación acústica y de aire e incrementarse la seguridad en la circulación, los habitantes verían mejoras en su salud (Milakis et al., 2017).</p> </div> <div data-bbox="959 568 1342 1061"> <p>Se estima que primeramente el precio de los vehículos autónomos será muy elevado, y sólo las personas con mayores recursos económicos podrán disfrutar de las ventajas de estos coches, lo que podría llevar a un aumento de la desigualdad de la población (Milakis et al., 2017).</p> </div> |



EL MEDIOAMBIENTE



El beneficio medioambiental deriva del grado de automatización de los vehículos autónomos, así como del rango de penetración de estos en las ciudades e infraestructuras, presuponiéndose que estos vehículos van a ser eléctricos (Milakis et al., 2017).




La automatización de los vehículos conlleva una menor emisión de gases tipo NO_x, CO y CO₂, en definitiva, menor contaminación del aire. Además, los vehículos compartidos, al arrancarlos menos veces, emiten menos VOC y CO.

Las baterías eléctricas de estos coches están asociadas a grandes cantidades de ahorro de energía eléctrica (90-100%) a largo plazo, indicador de que consume menos energía que los vehículos actuales (Milakis et al., 2017).

El hecho de que se puedan compartir viajes, o vehículos, hace que el número de vehículos privados disminuya, contribuyendo así al medioambiente (González-González et al., 2019).



Aunque estos vehículos van a concienciar a la gente respecto del medioambiente, las diferentes compañías los podrán utilizarán como elementos de campaña para su propio beneficio, distrayendo así a la población de los asuntos verdaderamente importantes relativos al medioambiente (Yigitcanlar et al., 2019).

| LA INFORMACIÓN | + | - |
|--|---|--|
|  <p>La recogida de información realizada por los VA podría ser usada para otros propósitos.</p> | <p>La información podría no almacenarse para que no se pueda utilizar en contra de individuos u organizaciones. En todo caso, si se almacenase, se utilizaría para resolver cuestiones de interés público o amparar y proteger a los individuos (Yigitcanlar et al., 2019).</p> | <p>La información podría almacenarse y utilizarse para asuntos comerciales o controles a la sociedad. Los vehículos autónomos se entenderán entonces como un elemento de extracción de información (Yigitcanlar et al., 2019).</p> |

| LOS ACCIDENTES | + | - |
|--|--|---|
|  <p>Dependerá del grado de automatización de los vehículos, es decir, de las decisiones de frenado-aceleración, y la conexión con su entorno (otros vehículos e infraestructura). Más seguridad cuanto mayor sea el grado de automatización (Cohen et al., 2019).</p> | <p>Los avances en la seguridad debidos a la automoción reducirán los accidentes de carretera (Cohen et al., 2019).</p> <p>La seguridad que proporcionarán estos vehículos aumentará la confianza de las personas, motivando así el uso de modos de transporte no motorizados, como ciclistas y peatones (Fraederich et al., 2018).</p> | <p>Las mejoras comenzarían a notarse a partir de un nivel 5 de automatización y sin el uso simultáneo de los vehículos convencionales (Cohen et al., 2019).</p> <p>Estos avances en la automatización podrían verse comprometidos por ciberataques, debido a las vulnerabilidades que el software pudiese tener, pasando a ser vehículos controlados con fines malvados (Milakis et al., 2017).</p> |



| LA ECONOMÍA | + | - |
|---|---|---|
| <div data-bbox="272 300 480 555"></div> <p data-bbox="240 584 518 1043">La introducción de los vehículos autónomos brindará beneficios económicos a individuales, negocios y a la sociedad. Aunque, también hará que ciertas profesiones desaparezcan (Milakis et al., 2017).</p> | <p data-bbox="550 338 930 595">La seguridad en la conducción que aportan estos vehículos hará que desciendan los costes de la sociedad ligados a los accidentes.</p> <p data-bbox="550 633 930 757">El mitigar la congestión también conllevará menores costes de viaje.</p> <p data-bbox="550 795 930 918">El incremento del uso de los SAV repartirá los costes entre los usuarios.</p> <p data-bbox="550 956 930 1079">Estos vehículos requerirán de nuevos puestos de trabajo.</p> <p data-bbox="550 1117 930 1420">La liberación de espacios de aparcamiento en las ciudades contribuirá a que esos espacios liberados se utilicen para el desarrollo de actividades productivas (Milakis et al., 2017).</p> | <p data-bbox="963 338 1343 595">Trabajos en el transporte de mercancías y personas y de logística, así como de reparación y mantenimiento de vehículos, van a ser probablemente reemplazados en las siguientes dos décadas debido a la automatización (taxistas, repartidores, camioneros, mecánicos, etc.) (Milakis et al., 2017).</p> |



TRANSPORTE

+

-

| | | |
|---|---|---|
| El viaje | Los VA son cómodos y ofrecen hacer otras actividades, lo que disminuye el valor del tiempo de viaje y aumenta las distancias. | Reducción del transporte público de larga distancia por la alta competitividad de los VA. |
| Modos de transporte no motorizados | La introducción de los VA hará que se replantee la ordenación y se prioricen estos modos de transporte. | Los SAV reducirán la utilización de estos modos de transporte. |
| El tráfico | Baja el nivel de congestión por las habilidades de conexión de los VA con el entorno. | Al incrementarse la accesibilidad, la demanda en las infraestructuras puede crecer, congestionándose. |
| El transporte público | No todos podrán acceder a los VA económicamente, y las ciudades restringirán el acceso a los vehículos privados. | Los SAV y los vehículos privados pueden llevar a la extinción del transporte público. |

CIUDAD Y MEDIO

+

-

| | | |
|---------------------------|---|--|
| El aparcamiento | Espacio de aparcamiento en superficie liberado debido a la autonomía de los VA. | El vehículo convencional seguirá necesitando aparcamiento en superficie. |
| Los usos del suelo | Las ciudades aumentarán su población y podrán aumentar su compacidad por la liberación de espacios en el interior de los núcleos urbanos. | Dispersión urbana por disminución de tiempo de viaje. |
| La infraestructura | Reducción de la anchura, el número de carriles y la señalización en las infraestructuras por la autonomía de los VA. | Las infraestructuras sufrirán un gran cambio para acomodarse a las nuevas necesidades de los VA. |



| MEDIO SOCIOECONÓMICO | | |
|-------------------------|---|--|
| | + | - |
| El medioambiente | Menor emisiones y contaminación por ser estos VA eléctricos. | Convertirse los VA en elementos de campañas. |
| La información | Utilizar la información para amparar y proteger a los individuales. | La información se podría utilizar para asuntos comerciales o control de la sociedad. |
| Los accidentes | Se reducirán debido a la seguridad que aportan los VA, y por consecuencia motivaran los modos de transporte no motorizados. | Sufrir ciberataques. Las mejoras serán notables a partir de un nivel 5 de automoción y sin vehículos convencionales. |
| La economía | Menos costes sociales de accidentes y congestión. La liberación de superficie dará lugar a actividades productivas. Creación de puestos de trabajo. | Muchos trabajos serán reemplazados debido a la automatización. |
| La sociedad | Accesibilidad para los no conductores. La liberación de espacio en superficie puede convertir la calle en elemento social de comunicación. Mejoras en la salud de los habitantes. | Desigualdad en la sociedad notable por los altos precios del VA no alcanzables para parte de la población. |

Tabla 3. Resumen de impactos de los VA.

Fuente: elaboración propia.

2.2.2. SEGÚN EL EFECTO DOMINÓ

Esta es una de las primeras formas en las que se clasifican los impactos anteriormente expuestos. A diferencia de la primera clasificación, donde los impactos están recogidos en función del ámbito al que afectan, en esta clasificación lo que se expresa es una distinción según el tiempo en el cual se comienzan a tener presentes estos impactos en la sociedad, y las consecuencias que tienen unos sobre otros, es decir, el efecto dominó en el tiempo.

Según el efecto dominó los impactos de los vehículos autónomos se presentan en tres etapas:



- **Primer orden.** Tráfico, costes de viaje y decisiones de viaje. Son los que primero se percibirán.
- **Segundo orden.** Propiedad e intercambio de vehículos, decisiones de localización y usos del suelo, e infraestructuras de transporte. Estos se notarán a medio – largo plazo.
- **Tercer orden.** Consumo de energía, contaminación del aire, seguridad, igualdad social, economía, y salud pública. Por último, pasarán varios años (largo plazo) cuando la sociedad se percate de mejoras en estos campos.

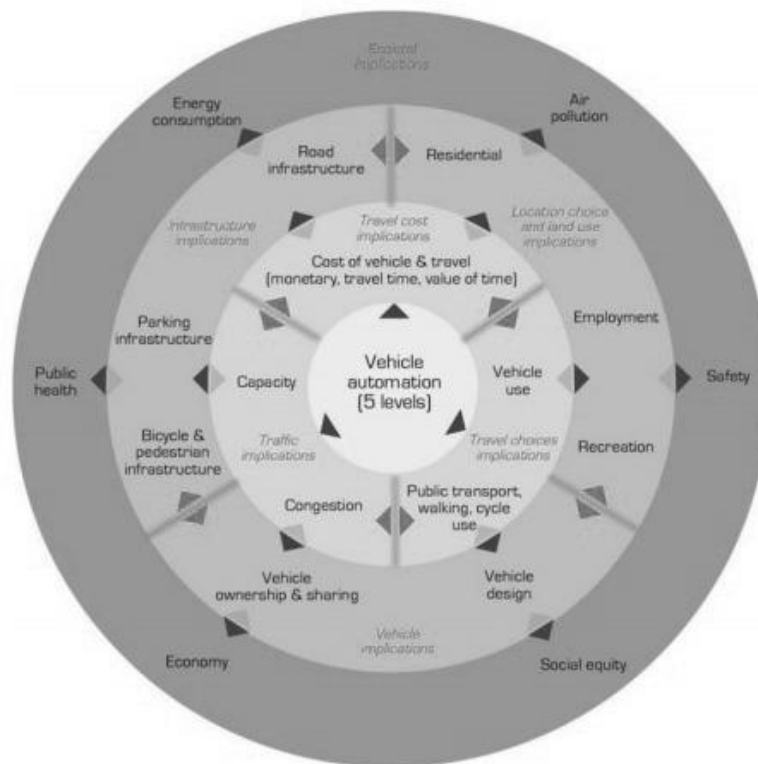


Ilustración 5. El efecto dominó de los VA.

Fuente: Milakis et al. (2017).



2.2.2.1. IMPACTOS DE PRIMER ORDEN

| <i>Coste de viaje</i> | |
|---------------------------------|---|
| Coste fijo de los VA | Actualmente el precio de los VA es muy alto, pero este sufrirá una bajada gradual debida a la producción en masa y a los avances tecnológicos. |
| Comodidad de viaje | Que hará que disminuya el tiempo de viaje y el valor del tiempo. |
| Tiempo de viaje | Se reducirán los retrasos en las carreteras y el tiempo destinado a aparcar gracias a la capacidad que tienen los VA de aparcar solos. |
| Valor del tiempo | Reducirá el valor del tiempo de viaje por la capacidad de hacer otras actividades en el interior del VA. |
| <i>Tráfico</i> | |
| Capacidad de la autopista | Gracias a la automatización en la capacidad del tráfico y la distribución de los vehículos en los carriles, por la que podrán ajustarse más las distancias entre ellos, la capacidad de las carreteras aumentará, haciendo así que se reduzcan los retrasos y las congestiones. |
| Capacidad en las intersecciones | Lo mismo ocurrirá en las intersecciones, gracias a los sistemas de control automáticos que se prevén en estas. |



Decisiones de viaje

Distancia de recorrido por los VA

Será mayor porque los viajes serán más largos debido a la disminución del valor del tiempo de viaje. Y, además, mediante los VA se les da accesibilidad a personas que ahora no tienen capacidad de movilización (aquellos que no tienen el permiso de conducir), incrementándose también los kilómetros de esta forma.

2.2.2.2. IMPACTOS DE SEGUNDO ORDEN

Propiedad e intercambio de los vehículos

Los VA reducirán los costes operaciones de los viajes compartidos ya que no se necesita de conductor. Además, el intercambio de estos vehículos cubrirá mejor la demanda de viajes individual con menores precios y mayor flexibilidad que los medios de hoy en día (taxi y bus).

Si los VA compartidos se utilizarán intensivamente, los residentes podrían disminuir e incluso eliminar el número de coches a su nombre, evitándose los costes de propiedad de vehículo.

Decisiones de localización y usos del suelo

La accesibilidad que van a proveer los VA gracias a su automatización, el poco costo, esfuerzo y tiempo de viaje hará que los centros urbanos se desarrollen y expandan, donde se desarrollen más actividades de ocio gracias al bajo costo que implican los VA.

La posibilidad de eliminar el aparcamiento de superficie gracias a la capacidad de los VA de aparcar solos posibilitará el rediseño de las calles tal y como las conocemos actualmente, utilizando el espacio liberado para otras habilidades sociales, para aumentar la capacidad de las carreteras o incluso introducir otros modos de transporte.



Infraestructuras de transporte

El hecho de incrementar la capacidad de la carretera podría significar una menor necesidad de carreteras en un futuro.

Las carreteras y los espacios de aparcamiento (parkings) podrían estrecharse gracias, a como se ha dicho, la capacidad de estos vehículos de circular a menos distancia los unos de otros, ganando así espacio para el peatón y los ciclistas.

2.2.2.3. IMPACTOS DE TERCER ORDEN

Consumo de energía y contaminación

| | |
|------------------------|---|
| Eficiencia de gasolina | Cuanto mayor sea el nivel de automatización, cooperación y rango de penetración de los VA, mayores niveles de gasolina serán ahorrados. |
|------------------------|---|

| | |
|--------------------|--|
| Consumo de energía | Los VA contarán con baterías eléctricas que se ha demostrado que están asociadas a ahorros de energía del 90-100%. |
|--------------------|--|

| | |
|-----------|---|
| Emisiones | Al ser estos coches eléctricos, bajarán significativamente los niveles de NO _x , CO y CO ₂ . A mayor nivel de automatización, cooperación y rango de penetración, mayores serán los beneficios, así como a mayor utilización de los vehículos compartidos, ya que se arrancará menos veces. |
|-----------|---|

| | |
|------------------------|--|
| Contaminación del aire | Al haber estas reducciones en las emisiones, con el tiempo, la calidad del aire tendrá una mejora muy notable. |
|------------------------|--|

| | |
|-----------|--|
| Seguridad | Los sistemas de asistencia de viaje incrementarán la seguridad en la carretera, beneficiándose el tráfico de |
|-----------|--|



| | |
|-----------------|---|
| | <p>esto, y aun mayor será el incremento con mayores niveles de automatización.</p> <p>Aunque, los ciberataques o los vehículos controlados con fines malvados podrían comprometer la seguridad del tráfico.</p> |
| Igualdad social | Gracias a los VA se dará accesibilidad a una gran parte de la población que no puede conducir, personas de tercera edad, menores de edad, con problemas médicos, etc. |
| Economía | Trabajos en el sector del transporte y la logística se verán reemplazados por la automatización. |
| Salud pública | No hay estudios que digan nada al respecto, pero se estima que, al reducirse la contaminación del aire, la salud de los habitantes mejore notablemente. |

Fuente: Milakis, et al. (2017)

2.3. PROPUESTAS GENERALES DE ACTUACIÓN

En este apartado se pretende dar unas trazas sobre lo que los profesionales e investigadores de este campo consideran como buenas actuaciones, para tomarlas como directrices a la hora de plantear la futura ordenación y diseño de la calle que será escogida.

Está claro que la introducción de este tipo de vehículos conlleva un gran desarrollo e innovación a nivel de vehículos, infraestructura, política y educación, es decir, multidisciplinar. Habrá que hacer cambios en todos estos ámbitos para que los vehículos autónomos puedan implementarse (Costa Maia et al., 2015).

Las principales actuaciones que están proponiendo los investigadores y profesionales van desde la inclusión de nuevos elementos urbanos, que traen los vehículos autónomos de la mano, como pueden ser los puntos de movilidad o las estaciones de carga, hasta una redistribución de la red viaria que priorice a la movilidad peatonal frente a los demás. Otros autores, sin embargo, se centran en el tratamiento conjunto y la interacción de elementos urbanos ya existentes con los vehículos autónomos.



A continuación, se explica en mayor detalle lo que anteriormente se ha expuesto, haciendo hincapié en cuáles son estas actuaciones que se proponen, y los criterios y pautas concretas de su aplicación.

2.3.1. ESTACIONES DE CARGA

Las estaciones de carga, por ejemplo, hacen referencia a aquellos nuevos elementos urbanos que se introducirán conjuntamente con los vehículos autónomos. En función del entorno de la infraestructura y sus distintos criterios espaciales se podrán proyectar diferentes tipos de estaciones de carga, así como su ubicación. Pero, lo que sí se aconseja es que estos posibles emplazamientos y tipos de estaciones se basen en criterios homogeneizados para su posible aplicación a todas las estaciones de carga.

Para insertar este tipo de elementos se requerirá de la planificación y reordenación urbanística de cada lugar, ya que la determinación de las ubicaciones será preciso hacerla para una configuración completa y global de estaciones.

Algunas de las cosas a tener en cuenta para la implantación de estos elementos son las necesidades en el contexto local, los objetivos y la consideración del crecimiento de toda la red con el paso del tiempo, para así, cuando la actuación se haga a escala local también se esté aportando a la red de forma general. Otros factores que afectan a una escala más social son las personas. Las estaciones de carga son para la ciudad y sus habitantes, por lo que es indispensable que los lugares en los que se ubiquen sean de agrado para la gente, siendo prácticos e incluso que permitan permanecer a la espera mientras el vehículo se carga sin que esto sea una actividad pesada, compatibilizando esta acción con otras actividades. Técnicamente hablando, estas estaciones de carga tienen que satisfacer las necesidades geométricas de aparcamiento y conducción de los vehículos.

Estas estaciones de carga no pueden ser una molestia para los vehículos no automatizados, por eso deberán de integrarse en la red teniendo en cuenta que durante los próximos años convivirán los vehículos autónomos y los no autónomos (Costa Maia et al., 2015).

El principal objetivo de este trabajo es acomodar estos elementos en la calle escogida, y para ello se presentan algunas de las propuestas que serán relevantes para este trabajo por su intervención en la ordenación urbana y su diseño:

- En los primeros años de introducción del VA, para motivar su uso, es importante colocar estas estaciones en áreas visibles en las que se pueda comunicar fácilmente a los usuarios que la carga está disponible y es fiable. Estas áreas son principalmente las que cuentan con grandes volúmenes de tráfico y actividades



comerciales. Además, mediante estos criterios de inserción en vías principales se está dando publicidad al elemento.

- Para minimizar los costes de instalación y hacer las estaciones de carga accesibles y entendibles para todos se deben utilizar los mismos elementos.
- Para potenciar los usos del suelo urbano y actividades deben priorizarse la ubicación de estos elementos en actividades terciarias, como los lugares turísticos y comerciales. De esta manera, además, el usuario tiene posibilidades de distraerse mientras espera a que el vehículo se cargue, reduciendo así la percepción de perder el tiempo. El tiempo de carga de un VA ronda los 20-30 minutos, así que es interesante ubicar estos elementos cerca de actividades de duración parecida. Por otro lado, este criterio, también favorece la visibilidad porque normalmente estos sitios son atractores de gente.
- Deben ubicarse considerando la distancia entre estaciones para proporcionar una cobertura más amplia. Para ello, la introducción de este tipo de elementos se hará gradual. Como ya se ha dicho, primero en vías principales, y los siguientes, se localizarán en las inmediaciones de estos primeros cargadores en vías de menos importancia.
- Otro criterio es el de ubicar las estaciones de carga cerca de parkings y paradas multimodales (Costa Maia et al., 2015).

2.3.2. USOS DEL SUELO

Como antes ya se ha mencionado, se prevé que la introducción de los VA libere espacio de aparcamiento en superficie. Gracias a esto se podrán hacer propuestas de cara a proporcionar a los habitantes de las ciudades un sentido de lugar positivo y enriquecedor mediante el embellecimiento de las calles como elementos únicos, verdes y placenteros, devolviendo así la ciudad a la gente. Se apuesta entonces por transformar las ciudades para adaptarlas y priorizar la movilidad a pie en primer lugar, y la de otros modos activos, como la movilidad ciclista. De la mano de este objetivo está la propuesta de peatonalizar las calles de alta actividad peatonal, desviándose así el tráfico a calles adecuadas (Riggs et al., 2020). Otra razón que favorecerá a la liberación de espacio es la capacidad que tienen este tipo de vehículos de viajar con separaciones más reducidas que las actuales, ya que no es necesario reservar tanta distancia de seguridad entre ellos, debido a los múltiples radares de los que está dispuesto. A este respecto, estudios anteriores han constatado que la liberación de espacio estará entre el 12% y el 20% del espacio que actualmente ocupan los carriles para coches y los aparcamientos, espacio, que se puede destinar a otros usos del suelo (Menendez et al., 2016) (Farrels, 2016).

Además de ofrecer los beneficios sociales y ecológicos, los espacios verdes también se pueden utilizar para absorber el agua de escorrentía en aquellas calles de localidades en



las que es habitual la lluvia (National Association of City Transportation Officials, 2019), como es Bilbao, por ejemplo. Esta es otra forma más atractiva de enfrentarse a este problema que las convencionales alcantarillas. Los jardines de lluvia son otro elemento urbano más. Son depresiones ajardinadas poco profundas que tienen la función de recoger el agua superficial.

Otra forma de aprovechar el espacio liberado es mediante la inclusión de carriles de acceso.

2.3.3. ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Gracias a la redistribución de los usos del suelo que se menciona en el apartado anterior, el espacio destinado al tráfico rodado se minimiza en gran medida, lo que conlleva a su vez la reducción en las anchuras de los carriles e incluso la eliminación. Esto hace que la longitud de los pasos de cebra pueda ser entonces más pequeña, disminuyendo el tiempo de cruce y aumentando así la seguridad. La capacidad que se le quita al coche mediante la eliminación de carriles al final se compensa por la reducción del tiempo de ciclo que tienen que esperar los vehículos para que crucen los peatones.

Como se tiene más espacio disponible, los carriles bici y las aceras se pueden proyectar completamente separados de la calzada mediante barreras físicas (bordillo, por ejemplo) y para que sean exclusivamente utilizados por el medio de transporte para el que estén destinados.

Las medianas se prevén en aquellas calles semipeatonalizadas en las que los peatones no serán capaces de cruzar en toda la longitud de la calle. Los vehículos en estas situaciones tendrán que reducir su velocidad a 30km/h como máximo. Las medianas en estas calles pueden proporcionar espacio para esperar entre vehículos y por lo tanto servir de lugar de protección ante estos (National Association of City Transportation Officials, 2019).

Otros elementos que pueden aportar seguridad mediante el calmado de tráfico en esta actuación son:

- Badenes incorporados en pasos de peatones y cruces elevados mediante los cuales notificar a los vehículos de la presencia de peatones.
- Semáforos para regular aquellas calles con gran afluencia peatonal y tráfico medio-alto de vehículos.
- Estrechamientos mediante la introducción de medianas por la cual aparte de dar cobijo a los peatones se logra estrechar la calzada y cambiar la alineación, y con eso reducir la velocidad de los vehículos.



- Cambios en el pavimento e introducción de vegetación como elementos complementarios a otras medidas de calmado de tráfico para resaltarlos (Vega Zamanillo et al., 2018).

2.3.4. PUNTOS DE MOVILIDAD

Estos puntos son aquellos que proporcionan espacios marcados y visibles para la recogida y entrega de usuarios (National Association of City Transportation Officials, 2019), como son las paradas de taxi, autobuses y estaciones acondicionadas para vehículos autónomos que pueda recoger ahí a sus usuarios y transportarles a otras estaciones similares, o lo contrario, que cumplan con su servicio dejándoles en estos puntos. Como las estaciones de carga, estos elementos son nuevos, ya que vienen de forma simultánea a la introducción de los vehículos autónomos. Pueden ir incorporados en los carriles de acceso, para así no alterar con su parada el tráfico del carril principal.

Su ubicación es atractiva en aceras, en puntos cercanos al viario de zonas residenciales y en áreas generadoras de gran actividad, como pueden ser oficinas, comercios o lugares turísticos. Pero, independientemente al objetivo de satisfacer la demanda, debe haber otro de rango superior, y que por lo tanto prevalezca sobre este, que tenga en cuenta que, al final, estos puntos de movilidad quitan espacio de superficie a los modos activos que se pretenden impulsar y que, además, entorpecen el tráfico, pues son grandes generadores de este, y eso ralentiza al objetivo al que se quiere llegar.

En función de para qué tipo y cuántos vehículos se dimensiona este área, los puntos de movilidad deberán de cumplir con un área y longitud mínima para el estacionamiento y circulación de estos.

2.3.5. CARRILES DE ACCESO

Los carriles de acceso son los encargados de proveer espacio para la recogida o bajada de usuarios. Son totalmente transitables, aunque para un mejor uso se podrían restringir a aquellos vehículos comerciales de mercancías o a los encargados de dar un servicio de recogida y transporte de personas. También pueden dar servicio a la carga y descarga de mercancías (National Association of City Transportation Officials, 2019) y basura, por lo que se contemplarán en lugares reservados a estacionamiento de carga y descarga, paradas de autobuses, estaciones de *pick and ride*, taxis, y contenedores de basura. Son una desviación del carril principal mediante la cual no se colapsa la red al tener que esperar el tiempo que tardan las personas en bajarse o subirse al transporte o, en su caso, cargar o descargar mercancías (National Association of City Transportation Officials, 2019).



En función de para qué vehículos se dimensiona este área, deberá de cumplir con un área mínima y longitud para el estacionamiento y circulación de estos. Además, se pueden contemplar de diferentes tipos, los separados, mediante aceras y medianas, o los que no están separados del carril principal.

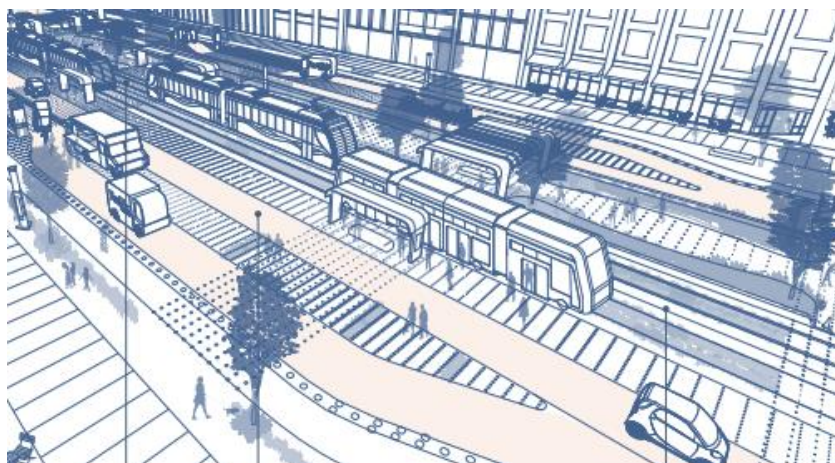


Ilustración 6. Carril de acceso.

Fuente: National Association of City Transportation Officials (2019).

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para la aplicación concreta al caso de estudio consta de tres fases (Ilustración 7): la primera es sobre la selección de la calle, la segunda, de análisis y evaluación de la calle seleccionada y la tercera de ordenación y diseño.

La selección de la calle a estudiar se realiza mediante la aplicación de una técnica multicriterio. La toma de decisiones multicriterio permite la priorización, clasificación y por último selección de un conjunto finito de alternativas basadas en el juicio humano objetivo. Para ello, se establece en un primer lugar un conjunto de criterios que resulten relevantes en la selección de las alternativas que se quieran comparar, que deberán ser ponderados en atención a su importancia relativa. Existen diferentes métodos de ponderación para tener en cuenta las prioridades de los criterios, de entre ellos destacan los métodos de ponderación de criterios de ordenación en rango. De esta manera, cada criterio es ordenado en función de su importancia y posteriormente sus rangos ordinales son convertidos en pesos numéricos aplicando diferentes formulaciones.

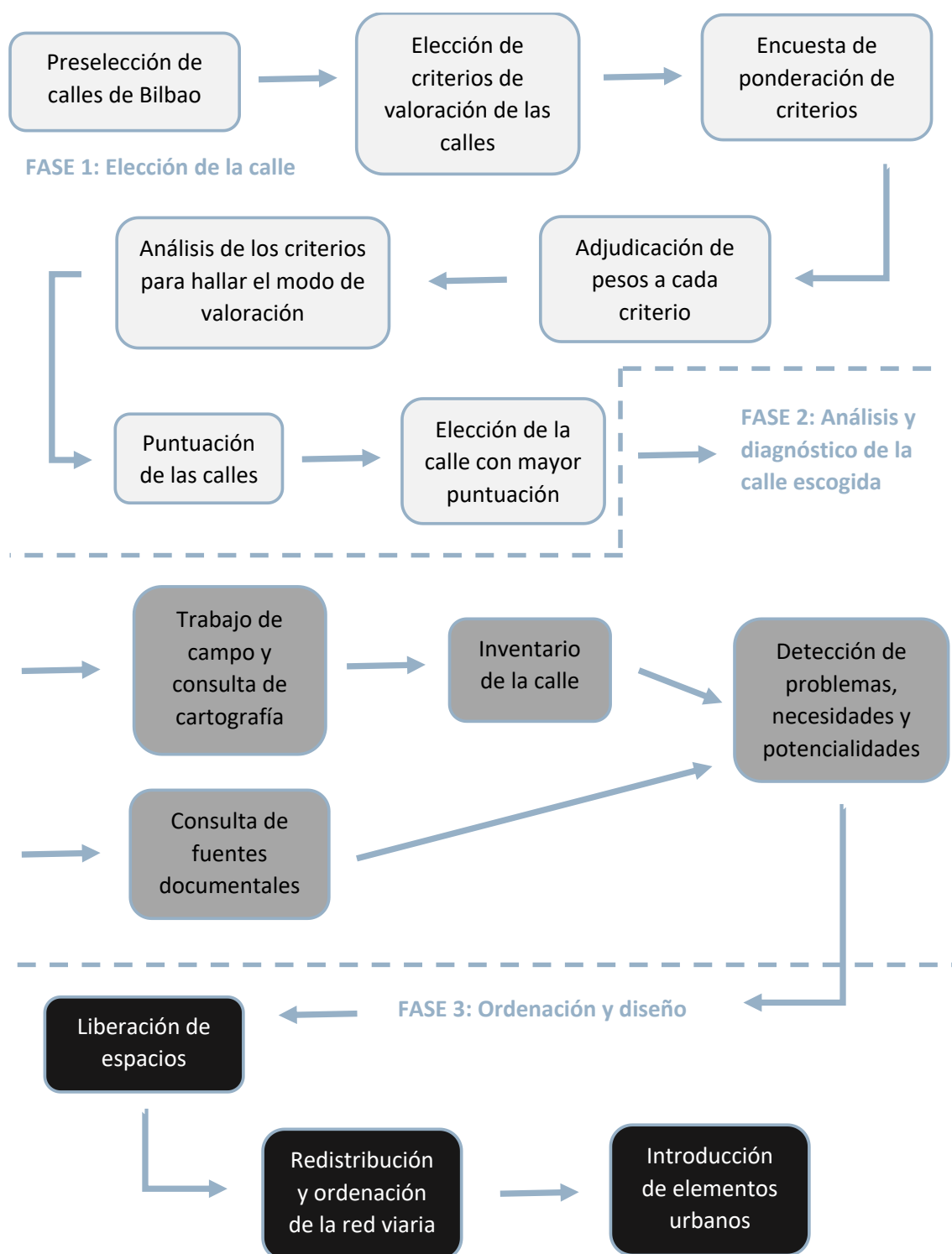


Ilustración 7. Esquema de la metodología.



Los métodos de ponderación por orden de clasificación proporcionan aproximaciones de los verdaderos pesos de cada criterio cuando la información del ranking es conocida. Además, estos métodos son fáciles de usar y entender (Roszkowska, 2013). La determinación de la importancia relativa de los criterios se puede realizar a partir del trabajo propio del grupo de investigación, o mediante la participación de expertos externos a través de encuestas o entrevistas, que es el seleccionado en este trabajo.

De entre las técnicas multicriterio disponibles se decide utilizar el método rank-sum porque es el más sencillo tanto para los encuestados, ya que no hay dificultad en hacer un ranking de los criterios presentados, como para el investigador, dado que este método únicamente necesita de una sola consulta, mientras que en otros métodos hay que realizar dos o más consultas. Además, los resultados de los pesos del método rank-sum son reducidos linealmente desde el más importante al menos importante, y así se consigue un reparto equilibrado de los mismos (Roszkowska, 2013).

Por tanto, en atención a esta metodología, el proceso de selección de la calle consta de 3 subfases:

- 1ª. Determinación de los criterios más relevantes a la hora de seleccionar calles que puedan ser objeto de análisis y la preselección de varias alternativas.
- 2ª. Asignación de ponderaciones a los criterios en función de su importancia, en atención a la realización de una encuesta a técnicos y profesionales de la planificación urbanística y del transporte, y establecer un índice final de puntuación mediante el método rank-sum.
- 3ª. Estimación de cada uno de los criterios para todas las calles preseleccionadas, de acuerdo a las valoraciones establecidas en cada apartado y determinar la puntuación final de cada una de ellas y su clasificación en función de los pesos de ponderación obtenidos anteriormente.

A continuación, comienza la segunda fase, que consiste en el análisis de la calle seleccionada, aquella que haya obtenido la mayor puntuación. Esta calle se analiza y evalúa en relación a diferentes aspectos, haciéndose un diagnóstico completo para conocer la situación actual y así, después, proceder a su diseño y ordenación en base a las necesidades y deficiencias detectadas, problemas y potenciales que tiene la calle escogida.

Para esto, el análisis se hace utilizando dos técnicas de recogida de información:

- Trabajo de campo y consulta de cartografía. Gracias al trabajo de campo y la consulta de la cartografía de la ciudad se consigue hacer un inventario detallado de la calle, el cual permite conocer el emplazamiento exacto de los elementos, la repartición modal y la distribución de la calle, analizando así las diferencias o



compatibilidades a lo largo de esta. Se manifestarán también mediante este análisis los elementos necesarios, los que sean posibles elementos potenciadores o lo contrario, aquellos elementos que no es interesante potenciar e, incluso, sería interesante su eliminación.

- **Consulta de fuentes documentales.** Mediante la consulta de los documentos se pueden hallar los problemas y necesidades que los expertos de la villa de Bilbao afirman tener en la calle.

Analizando esta recogida de información conjuntamente se llega a un diagnóstico que servirá de base para las propuestas de actuación e intervención.

Y, por último, comienza la tercera fase o fase de ordenación y diseño, en la que se plantean diferentes actuaciones a lo largo de la calle escogida para alcanzar un escenario nuevo adaptado a los VA.

Todo empieza con la liberación de espacio, y es que, gracias a la introducción de los VA, se podrá liberar mucho espacio que actualmente es ocupado por el tráfico motorizado. Entre otros, ya no será necesario reservar espacios para el aparcamiento en superficie, ya que, estos nuevos turismos tienen la capacidad de hacerlo solos en cualquier parte más alejada o en la periferia de la ciudad. Además, gracias a todos los sensores y cámaras de los que están provistos, tienen una alta precisión en su conducción, y eso posibilita el estrechamiento de los carriles, pues esta distancia de seguridad que nos dan los aparatos eléctricos es bastante más pequeña que la que se les atribuye a las personas. Después de esto, se hacen las intervenciones. Las dos actuaciones que se plantean principalmente son, por orden:

- **Redistribución de la red viaria.** Mediante la redistribución de la red viaria se reordena el espacio liberado. La ordenación que se plantea tiene el objetivo de devolver la ciudad al peatón y a los modos activos de transporte, facilitando y motivando que este tipo de moviidades crezca. De esta manera, se cree y espera alcanzar los objetivos sostenibles, seguros y saludables para hacer de Bilbao una mejor ciudad.
- **Introducción de elementos urbanos.** Los elementos urbanos son necesarios y acompañan a la redistribución de la red viaria. Se pueden clasificar los elementos urbanos en dos categorías, aquellos que vienen junto con la introducción de los VA, es decir, los necesarios para dar un servicio completo en cuanto a VA: los cargadores de estos vehículos y los puntos de movilidad, donde las personas usuarias de los VA pueden ser recogidas o dejadas. Y, por otro lado, aquellos que la propia redistribución de la red demanda, como son los carriles de acceso, para dar un servicio de transporte público quitando el menos espacio posible a la acera, los elementos de seguridad para proteger movimientos y moviidades

diferentes, y la reordenación de los usos, por la cual se establece que bandas de la sección pertenecen a que movilidad o a que zona.

Las actuaciones que se plantean intentarán satisfacer en la medida de lo posible las necesidades y exigencias que se analizan y diagnostican en la segunda fase, además de mejorar la situación actual.

3.1. PROCESO DE SELECCIÓN DE LA CALLE

3.1.1. SELECCIÓN DE PARÁMETROS

El proceso de selección de la calle óptima en la que realizar la actuación que se plantea en este trabajo empieza eligiendo los criterios representativos que la calle debe de tener. Algunos de estos criterios han sido extraídos de la revisión de los impactos esperados de la implantación de los vehículos autónomos en las ciudades, que anteriormente han sido presentados. Otros, sin embargo, son importantes aspectos a tener en cuenta por cuestiones que aparecen justificadas a continuación.



**Que sea vía de
entrada/salida de
ciudad**

Se espera que la implantación de los vehículos autónomos se realice de forma paulatina y comience en los grandes ejes de comunicación, y, seguidamente, en viales de entrada y salida de las ciudades. Así que, si la calle elegida cumple con este requisito es muy probable que el trabajo tenga más alcance en un futuro próximo.

Además, debido a su mayor tamaño proporciona mayor flexibilidad en su diseño, y oportunidad de analizar su adaptación a lo largo del tiempo, en distintas fases, desde compartir su circulación con vehículos convencionales actuales hasta el uso exclusivo de VA con modos no motorizados.

Por lo tanto, lo que se pretende destacar es que la calle sea vía de entrada/salida de la ciudad.

Tráfico

Se prevé que estos vehículos pueden afectar al tráfico de dos formas diferentes:

La primera, motivando el uso del coche de forma individual, lo que conllevaría una mayor congestión en las carreteras, intensificando así el tráfico.

La segunda, utilizando estos vehículos de forma compartida, lo que reduciría el número de turismos en las carreteras, y conllevaría a una mejora de la accesibilidad, liberándose el tráfico.

Lo que se pretende es dar mayor valor a una calle que tenga mucho tráfico para mejorar la situación actual de la mano de la implantación de los vehículos autónomos.

**Cantidad de espacio
destinado al tráfico no
motorizado**

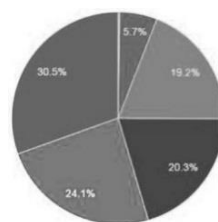
La integración de estos vehículos en las ciudades podrá hacer que los espacios destinados al tráfico no motorizado aumenten y se renueven, por ejemplo, aceras y carriles bici.

La introducción de los vehículos autónomos podrá poner en el punto de mira la mejora y priorización de las aceras o carriles bici, así como la delimitación de las zonas centrales restringidas de acceso de tráfico no motorizado, impulsando de esta manera los modos de transporte activos. Así, las ciudades se convertirán en espacios más humanizados y saludables.

Lo que más se valora es que la calle tenga poco espacio para el tráfico no motorizado, para poder hacer una mejora muy notable y útil en esta calle aumentando el espacio de modos activos.



Variedad de usos del suelo



Se cree que estos vehículos van a poder potenciar, relocalizar y concentrar los diferentes usos del suelo. Por lo que, lo que se busca es tener una gran variedad de usos, ya que eso significa que habrá más actividades de diversa índole, y es entonces más interesante analizar la compatibilidad de estos usos con los vehículos autónomos.



Calidad ambiental

Gracias a estos vehículos tendremos numerosos impactos de carácter medioambiental, por ejemplo: se verán muy reducidos los niveles de consumo de combustible y de emisiones de gases de efecto invernadero, así como los niveles de ruido, haciendo así de las ciudades lugares saludables y agradables en los que vivir.

La introducción de los vehículos autónomos posibilita una actuación integral en la calle que puede beneficiarse de una mejora de su calidad urbana y ambiental. Por ello, la elección de una calle con condiciones iniciales ambientales más pobre puede ofrecer una mayor oportunidad de mejora ambiental.

Accidentabilidad



Uno de los impactos que tendrá la introducción de estos vehículos es que la seguridad en la carretera se verá incrementada gracias a sus protocolos y sensores que les permiten recoger información del entorno que les rodea y actuar en consecuencia.

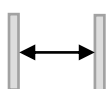
En una calle en la que los accidentes estén a la orden del día el margen de mejora es inmenso, así que, con la finalidad de que esta actuación sea lo más útil posible, se puntúa más a aquellas que cuentan con un alto índice de siniestralidad.



Coexistencia de diferentes medios de transporte

Los vehículos autónomos pueden afectar al transporte público de dos formas: potenciarlo, o, al contrario, competir y hacer que este empeore. Todo dependerá del uso legal que se le permita al vehículo autónomo. Si el coche se utiliza de forma individual, el uso del transporte público se verá reducido, ya que estos vehículos serán más eficaces en cuanto a factores de tiempo y comodidad. Sin embargo, hay alternativas de actuación que favorecen a ambos modos de transporte como, por ejemplo, el uso compartido de los coches autónomos, o el uso particular de estos aplicando unos estándares mínimos de ocupación.

Con el objetivo de que los vehículos autónomos no se conviertan en una amenaza para el transporte público, aquí se puede presentar una alternativa de actuación que favorezca y garantice la coexistencia de varios modos y sistemas. Por esto, se le dará una mayor puntuación a aquella calle que cuente con más modos de transporte.

**Anchura de la calle**

Cómo la actuación que se va a hacer en la calle elegida pretende ser desafiante e interesante, se busca un espacio lo suficientemente amplio donde actuar.

**Superficie de
aparcamiento**

Como ya se ha visto uno de las consecuencias de la implantación de los vehículos autónomos es la liberación de espacios de aparcamiento en superficie. Estos vehículos aparcarán solos en parkings situados fuera de la ciudad, sin necesidad de que las personas tengan que ir hasta estos puntos. Así, el espacio liberado se podrá destinar a diferentes usos, modos de transporte o para puntos de recogida de usuarios de tipo compartido.

Por lo tanto, lo que se busca es una calle con elevada proporción de zonas de aparcamiento para que la actuación sea de mayor escala.

3.1.2. PONDERACIÓN DE CRITERIOS

Una vez definidos los criterios de selección se procede a establecer la ponderación que represente los distintos niveles de importancia de los mismos, para poder de este modo evaluar las distintas alternativas mediante un método multicriterio. Para establecer un orden de prioridad justificado e informado, se pidió, como se ha comentado anteriormente, a un conjunto de 33 expertos que ponderasen la serie de criterios considerados importantes para la selección de la calle mediante la realización de una encuesta creada en la plataforma *LimeSurvey*. Estos 33 expertos han incluido tanto profesionales como profesores del campo de la planificación urbanística y del transporte, entre los que se encuentran profesores e investigadores de la Universidad



de Cantabria, de la UPM de Madrid y de la Universidad de Zaragoza, técnicos de la Administración pública del Gobierno Vasco, y arquitectos e ingenieros de caminos de diferentes lugares del país.

En cuanto a la encuesta, primeramente, con ánimo informativo se pidió al encuestado que identificase su campo de trabajo, de forma que la información obtenida pudiera ser diferenciada para futuras conclusiones o tomas de decisiones.

¿Cuál es su profesión?

Check all that apply

☐ Investigador

☐ Profesor

☐ Profesional privado

☐ Profesional público

☐ Other:

Con el objetivo de que la información pueda ser diferenciada para posteriores análisis y uso de datos, se pide identificar al encuestado únicamente de forma profesional.

¿Cuál es su ámbito de trabajo?

Check all that apply

☐ Urbanismo

☐ Transportes

☐ Construcción

☐ Obra pública

☐ Other:

Ilustración 8. Preguntas de identificación de la encuesta.

Fuente: elaboración propia.

En lo relativo al perfil profesional de los 33 encuestados (investigador, profesor, profesional privado y profesional público) se obtuvo que la mayor parte de los participantes proviene del sector privado (49%), de los cuales hay una alta participación de los profesionales del sector privado, que son el 49%, de los que el 6% afirman trabajar también como profesores. Un 27% son investigadores, de los cuales el 18% únicamente se dedica a la investigación, y el resto, un 9%, ejerce esta profesión junto con la de profesor. Un 21% son profesores, pero el 9% son investigadores también, y el 6% trabaja en el sector privado además de desarrollar su labor de investigación. Los trabajadores públicos representan el 18%, siendo el menor porcentaje de todos.

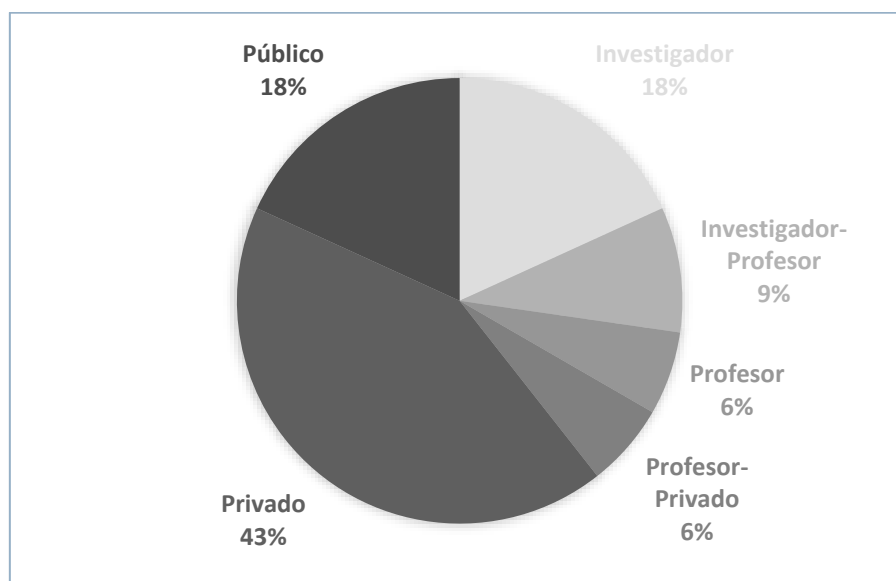


Ilustración 9. Gráfica de personas encuestadas según su puesto profesional.

Fuente: elaboración propia.

Analizando ahora a los encuestados según el ámbito de trabajo, se puede afirmar que la mayoría se dedica a urbanismo (52%), seguido de la obra pública (30%), los dedicados al transporte (27%) y por último los del sector de la construcción (24%). Hay un 6% que optan por la opción de “otros” aportando las siguientes respuestas: “automoción” y, “tráfico y seguridad vial”.

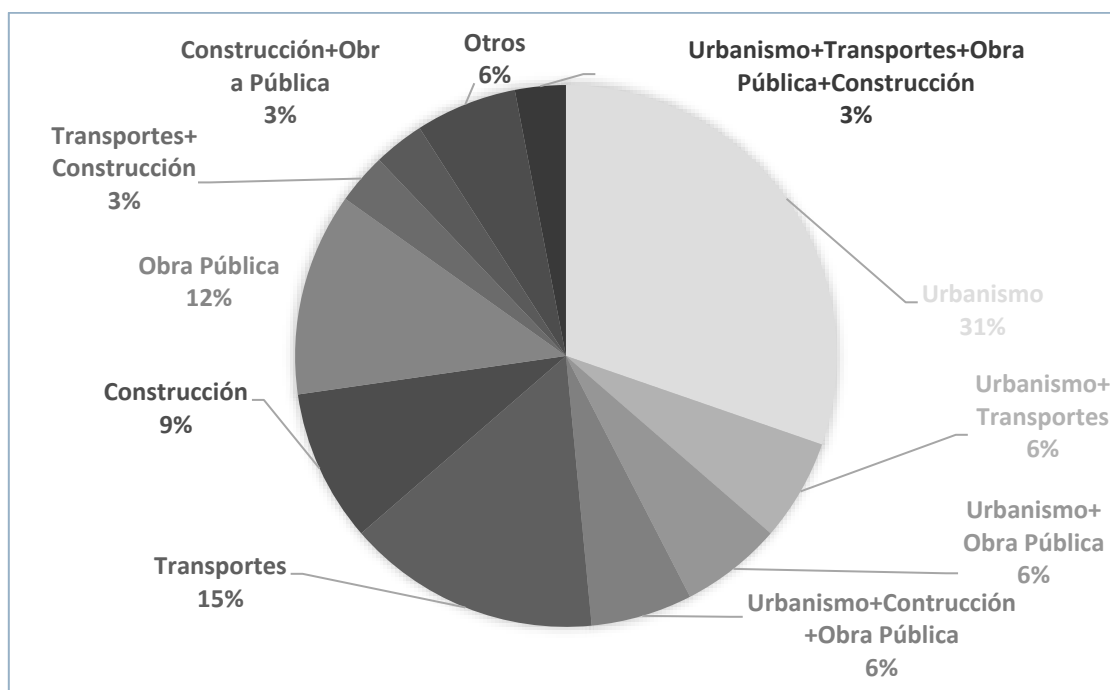


Ilustración 10. Gráfico de personas encuestadas según su ámbito de trabajo.

Fuente: elaboración propia.



Posteriormente, se pidió a cada encuestado que ordenara según su criterio, mediante un ranking del 1 al 9, una serie de parámetros de una calle en la que se plantea la introducción de los vehículos autónomos.

✳ Ordene los siguientes criterios según el peso que les daría, siendo el primero al que más peso le daría (arriba en el recuadro de la derecha). Para llevar los criterios del recuadro de la izquierda al de la derecha, debe de hacer doble-click en el criterio que quiera mover, o, cójalo y arrástrelo hasta el recuadro de la derecha.

Double-click or drag-and-drop items in the left list to move them to the right - your highest ranking item should be on the top right, moving through to your lowest ranking item.
Please select at most 9 answers

Your choices

- Sea vía de entrada/salida de la ciudad
- Tráfico
- Cantidad de espacio destinado al tráfico no motorizado
- Variedad de usos del suelo
- Calidad ambiental
- Accidentabilidad
- Modos de transporte que coexisten en la vía
- Anchura de la calle
- Superficie de aparcamiento

Your ranking

Ilustración 11. Pregunta de ranking de la encuesta.

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidas las respuestas de la encuesta, como antes ya se ha mencionado, los pesos se obtuvieron a partir de la formulación del método rank- sum, que es la siguiente:

$$w_j(RS) = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{k=1}^n n - r_k + 1} = \frac{2 (n + 1 - r_j)}{n (n + 1)}$$

Siendo w_j el peso de cada criterio. Los resultados fueron los siguientes:

| PESO | CRITERIO |
|-------------|--|
| 0,14 | Tráfico |
| 0,14 | Medios de transporte que coexisten en la vía |
| 0,13 | Accidentabilidad |
| 0,11 | Anchura de la calle |
| 0,10 | Cantidad de espacio destinado al tráfico no motorizado |
| 0,10 | Variedad de usos del suelo |
| 0,10 | Sea vía de entrada/salida de la ciudad |
| 0,09 | Calidad ambiental |
| 0,08 | Superficie de aparcamiento |

Tabla 4. Pesos asignados a cada criterio de selección de calle.

La horquilla de valores que se han obtenido es poco amplia, lo que significa que el peso total está equitativamente repartido entre todos los criterios (Ilustración 12). En primer lugar, los más valorados son, los criterios de tráfico y medios de transporte que coexisten en la vía, que están empatados (0,14) y muy de cerca le sigue el de accidentabilidad (0,13). En último lugar, sin embargo, están la superficie de aparcamiento (0,08) y la calidad ambiental (0,09) como los criterios que se consideran menos importantes.

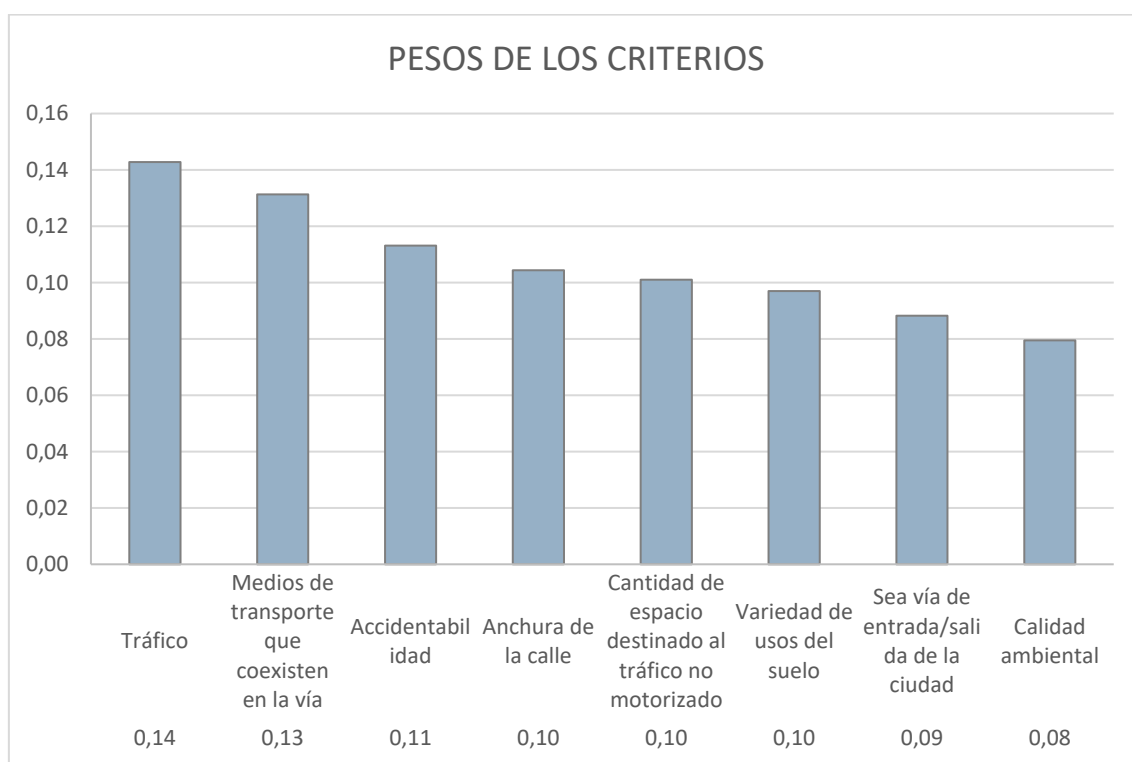


Ilustración 12. Horquilla de los pesos obtenidos para cada criterio.

Fuente: elaboración propia.

La última cuestión de la encuesta trataba la priorización de alternativas para nuevos usos en la ordenación de los espacios liberados. Esto se hizo con ánimo de que, en un futuro, cuando se trate de la ordenación y diseño de la calle escogida, se tenga en cuenta la opinión de estos expertos sobre cuál es la mejor actuación y más inmediata que necesitan las ciudades de hoy en día, tras la implementación de los vehículos autónomos en las ciudades, y en concreto, Bilbao.



¿Qué priorizaría a la hora de ordenar espacios liberados?

Choose one of the following answers

Please choose...

Please choose...

Espacios verdes

Nuevas áreas residenciales

Carriles de transporte público

Mejora de las aceras y carriles bici

Nuevos equipamientos

Centros económicos

Puntos de recogida

Other:

...res partes del trabajo, no es obligatoria, pero sería de mi interés que usted la contestate.

Submit

Ilustración 13. Pregunta de ordenación de la encuesta.

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas en esta ocasión fueron bastante parecidas. Así se ve por ejemplo en el caso del 49% de los encuestados, casi la mitad, que apuestan por la mejora de las aceras y carriles bici. En segundo lugar, los expertos optan por la implementación de espacios verdes (33%), y en mucha menor medida están las alternativas para destinar el espacio a carriles de transporte público (6%), nuevos equipamientos (3%) y puntos de recogida de VA (3%). Opciones como la construcción de nuevas áreas residenciales y centros económicos no obtuvieron ningún voto. Y, por último, comentar que la respuesta de “Otro” fue del 6%, entre los que nos encontramos respuestas como: “peatonalización” e “incorporación al espacio del uso público de la ciudad. Recuperación del espacio público como espacio de relación”.

En estas respuestas viene reflejada la preocupación que tienen últimamente los profesionales por recuperar la calle como elemento de relación social y potenciar las áreas verdes como elementos de mejora de la calidad ambiental urbana. Es por eso que vemos entre las respuestas más frecuentes las relacionadas con los espacios verdes y la mejora de las aceras y carriles bici, que en total suponen el 82% de las respuestas.

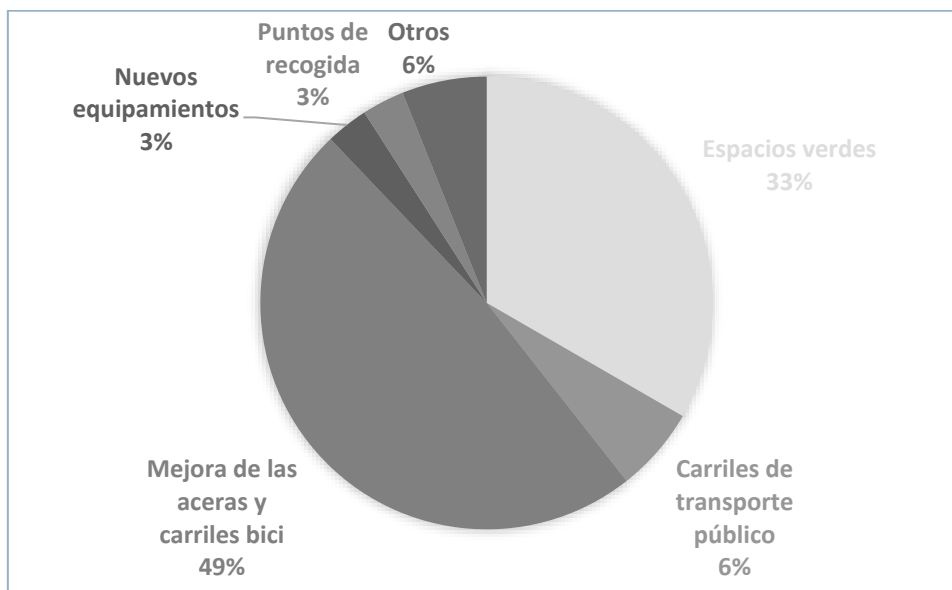


Ilustración 14. Gráfico de prioridades a la hora de ordenar los espacios liberados por los VA.

Fuente: elaboración propia.

3.1.3. VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN DE LOS CRITERIOS

La metodología a seguir para el proceso de puntuación de cada calle comienza con el estudio de los criterios que van a ser evaluados en cada una de las calles, para determinar la forma en la que van a ser puntuados. Con esta forma de puntuación y con el peso que se ha obtenido para cada criterio, se obtiene una puntuación para cada una de las calles preseleccionadas. La calle elegida será la que más puntuación obtenga, considerándose que esta es, por todo el proceso que se ha cumplido, la óptima e interesante en la que realizar una intervención de estas características.

En este apartado se explican los aspectos más relevantes a analizar de las calles en cada parámetro, especificando el procedimiento y las herramientas de análisis a utilizar, así como respaldando el modo de puntuación de cada uno de los parámetros.



Para valorar las calles respecto de este criterio se propone una puntuación tipo dummy, 1 ó 0, dependiendo de si la calle es de entrada/salida de la ciudad (1) o no (0). Se considerará si la calle que se está analizando es una vía directa de entrada o salida de la ciudad, es decir, si esta está directamente conectada con uno de los accesos a la ciudad, que son los siguientes:

- Ribera Elorrieta: BI-711
- Enekuri: BI-604
- Túneles de Artxanda: N-637
- Santo Domingo: BI-631
- Carretera Bilbao-Galdakao: N-634
- Miraflores: N-634 y A-8
- Zabalburu: N-634 y A-8
- San Mamés: N-634
- Avenida Montevideo: A-8

(Ayuntamiento de Bilbao, 2013)



Este criterio derivado del impacto que estos vehículos tendrán en el tráfico se medirá por la intensidad de tráfico total 24h en un día laborable. Se dota de un valor medio (0,5) a la intensidad de tráfico total 24h en un día laborable que predomina en la ciudad de Bilbao (15.000 – 20.000 veh.), y a partir de este valor, se sube o disminuye 0,25 la puntuación para las siguientes horquillas de valores:

- Valor de 1 para intensidad de tráfico > 25.000 veh.
- Valor de 0,75 para intensidad de tráfico 20.000-25.000 veh.
- Valor de 0,5 para intensidad de tráfico 15.000-20.000 veh.
- Valor de 0,25 para intensidad de tráfico 10.000-15.000 veh.

- Valor de 0 para intensidad de tráfico < 10.000 veh.

Se divide en tantos puntos para alcanzar así más horquillas de valores de intensidad de tráfico y poder cumplir con la necesidad de dar a aquellas calles con valores extremos de intensidad de tráfico la mayor puntuación. El valor de la intensidad se extrae del siguiente plano del PMUS de Bilbao:

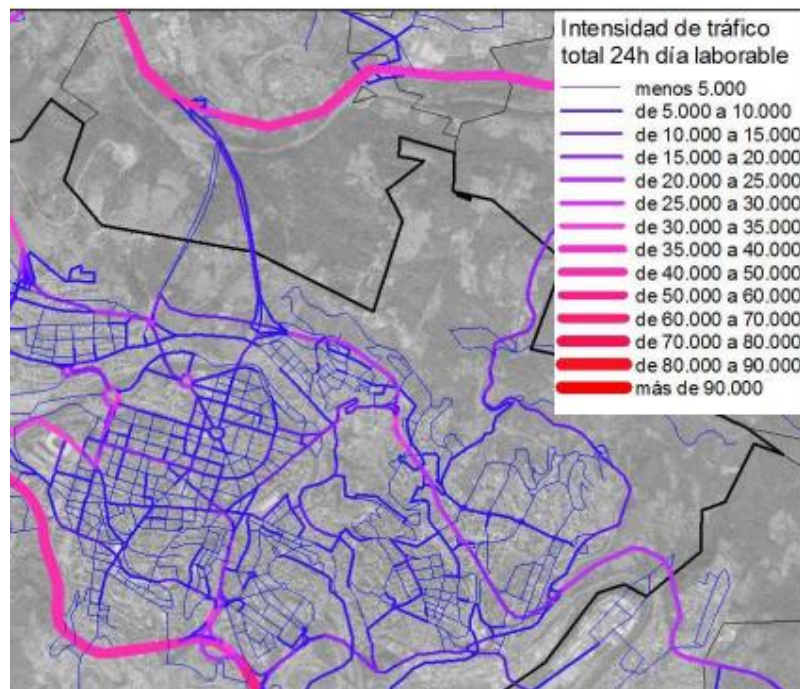


Ilustración 15. Intensidad de tráfico total 24h día laborable.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c).



**Cantidad de espacio
destinado al tráfico no
motorizado**

Este criterio derivado del impacto que tendrán los vehículos autónomos sobre el espacio destinado al tráfico no motorizado se cuantifica en atención a dos aspectos, por lo que la máxima puntuación que se podrá obtener en cada uno de ellos es de 0,5. Estos aspectos son los carriles-bici y las aceras, considerados los elementos sustentadores del tráfico no motorizado.

- Carriles-bici:
 - Puntuación de 0,5 para calles que cuenten con carril bici.
 - Puntuación 0 para calles que no cuenten con carril bici.
- Aceras:

En la siguiente tabla se ven las dimensiones (anchura de acera) recomendadas y mínimas normalizadas de las aceras en función del tipo de vía. Se utiliza la anchura recomendada para hacer una mayor distinción y que la calle sea aún más óptima.

- Puntuación de 0,5 si se cumple la anchura recomendada.
- Puntuación de 0 si no se cumple la anchura recomendada.

| Tipo de vía | Recomendada (m) | Mínima (m) |
|------------------------|-----------------|------------|
| Urbana | ≥ 6 | 4 |
| Distrital | ≥ 6 | 4 |
| Local colectora | | |
| 2 carriles | ≥ 6 | 3 |
| 4 ó más | ≥ 6 | 4 |
| Local de acceso | ≥ 3 | 2,5 |

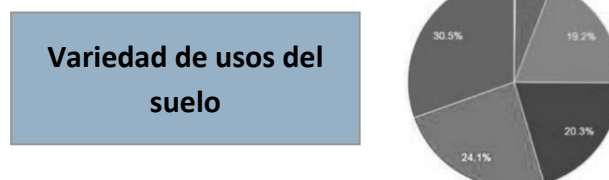
Tabla 5. Anchuras de aceras normalizadas.

Fuente: Vega Zamanillo, et al. (2018).

En el plano proporcionado por el PMUS se puede ver cuál es la actual red ciclable (*bidegorri*) del municipio, por lo que no hay más que ver si la calle que se está valorando cuenta con este carril longitudinalmente, es decir, a lo largo de su sección,

y cumpliendo una longitud mínima de la mitad de la longitud de la calle, para que así sea representativo. El itinerario puede ser exclusivo de carril bici o compartido con otros modos de transporte. Independientemente de cuantas veces el carril bici corte transversalmente con la calle, no se valorará, ya que se considera que en esa disposición no tiene ninguna funcionalidad para la calle en cuestión.

Por otro lado, para ver si las aceras cumplen con lo dictaminado, primero se deberá de identificar la calle según su jerarquía, y después, medir la anchura de sus aceras. Se tomará las medidas de todas las aceras que consten en la calle, y para la valoración se utilizará la medida más restrictiva, es decir, la más estrecha, para así hacer una valoración más exigente.



Para cuantificar este criterio, derivado de los impactos que tendrán los vehículos autónomos en la redistribución de los usos del suelo, nos hemos fijado en el plano de usos pormenorizados del PGOU de Bilbao:

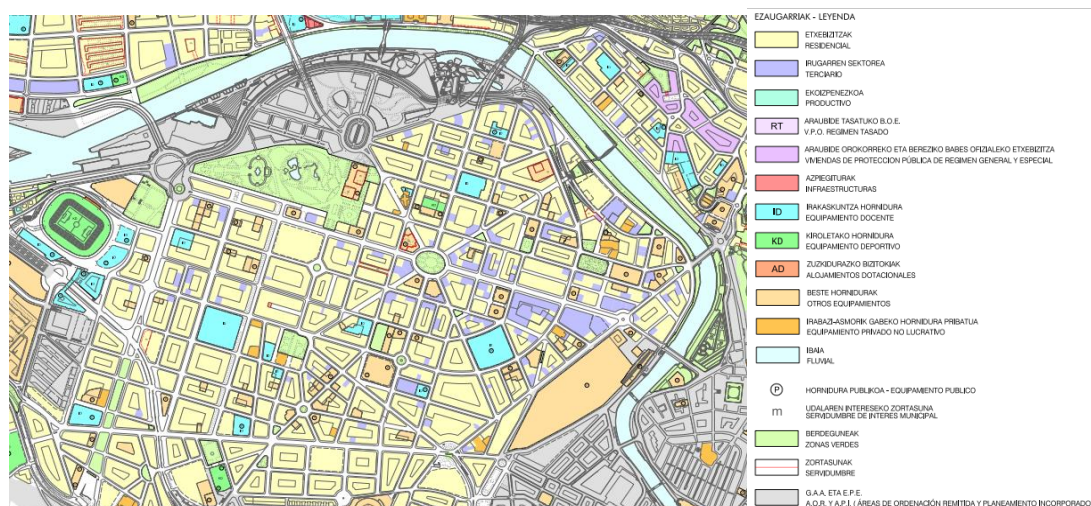


Ilustración 16. Plano de usos pormenorizados de Bilbao.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2021a).

Los usos del suelo que se distinguen en nuestra zona son 4: residencial, equipamiento (docente, deportivo y otros, que se agrupan para no ser redundantes), terciario y zonas verdes. Se cree que todos estos usos son potenciadores de los vehículos autónomos, de la misma manera que los vehículos pueden hacer una gran aportación a los usos. Es por eso que se considera atractiva la calle que cuente con todos los usos, de forma que se pueda estudiar la interacción entre ellos y la de estos con el vehículo autónomo. Por eso, a las calles que cuenten con todos los usos de suelo se les otorgará una puntuación de 1, mientras que el resto de calles recibirán una valoración de 0. De esta forma se hace una gran distinción para conseguir realmente lo que se quiere: las calles que gozan de mayor número y diversidad de usos del suelo.



Calidad ambiental

La medición de la calidad ambiental de cada calle se ha hecho en base a los espacios verdes y los niveles de ruido. Como son dos aspectos sobre los que se puntuará se decide que el peso sea repartido, es decir, cada aspecto tendrá una puntuación máxima de 0,5:

- Espacios verdes:

La forma de medir este criterio será mediante la superficie verde urbana sobre el total de la superficie de la calle. Las mediciones de la superficie verde urbana se hacen a partir de datos cartográficos, disponibles en el portal GeoBilbao. El arbolado también debe de ser contabilizado por ser elemento verde urbano. Para su consideración junto al resto de la superficie verde cada elemento de arbolado se contabiliza como 1m² de superficie (Vega Zamanillo et al., 2018). Lo que se quiere destacar son aquellas calles que cuentan con menor calidad ambiental para que su transformación sea mejorable en este aspecto. Según el Área de Urbanismo del Ayuntamiento de Bilbao, en junio del 2000 el porcentaje medio de la villa de Bilbao de zona verde urbana (excluyéndose de esta categoría de zonas verdes urbanas los parques periurbanos) sobre Suelo Urbano es del 6,54 %, tal y como se puede ver en [Tabla 6](#) por lo que a este valor se le va a dar una puntuación media, y en función de que se supere o no, una puntuación más baja o más alta:



- Valor de 0,5 para superficie verde/superficie total de la calle < 6,54%
- Valor de 0,25 para superficie verde/superficie total de la calle = 6,54%
- Valor de 0 para superficie verde/superficie total de la calle > 6,54%

| Sistemas locales | |
|---|-----------------|
| Deusto | 5,17 |
| Uribarri | 3,94 |
| Txurdinaga | 3,9 |
| Begoña-Santutxu | 8,18 |
| Casco Viejo | 5,61 |
| Abando | 4,76 |
| Rekaldeberri | 14,67 |
| Basurto-Zorroza | 5,33 |
| TOTAL | 106,11 |
| Suelo urbano | 1.622,08 |
| Porcentaje de zona verde urbana sobre Suelo Urbano | 6,54% |

Tabla 6. Porcentaje de zona verde urbana Sobre Suelo Urbano.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2000).

- Niveles de ruido:

Se utiliza la media de los ruidos generados por el tráfico. Lo que se pretende es elegir aquella calle con niveles de ruido más altos, ya que como estos coches van a ser eléctricos, los niveles de ruido bajarán considerablemente. De esta manera se pretende mejorar la calidad ambiental de la calle lo máximo posible. La puntuación, por lo tanto, vendrá de la mano de una variable dummy, ya que los niveles de ruido de las calles seleccionadas son increíblemente altos y parecidos (*Ilustración 17*), y de esta forma se hace una distinción:

- Valor de 0,5 para nivel máx. de ruido > 75 db.
- Valor de 0 para nivel máx. de ruido ≤ 75 db.

La puntuación total de cada calle será la suma de las dos puntuaciones obtenidas, tanto en la variable de niveles de ruido como de espacios verdes.



Ilustración 17. Media de los ruidos generados por tráfico.

Fuente: GeoBilbao.

Accidentabilidad



Se puntúa con un valor de 1 aquellas calles en las que más accidentes se han producido según datos del Ayuntamiento de Bilbao (2018a):

- Calle Autonomía
- Gran Vía Don Diego López de Haro
- Santo Domingo Carretera Ibarusi (BI-631)
- Zabalbide
- Alameda Urquijo



- Avenida Lehendakari Aguirre
- Rotonda de la Plaza Moyúa
- Plaza Ernesto Erkoreka

y con valor de 0 el resto, resaltando los puntos negros para tomar acción sobre ellos.

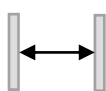


Diferentes medios de transporte que coexisten

Los medios de transporte que se tienen en cuenta son cinco: metro, tranvía, taxi, autobuses Bilbobus (líneas metropolitanas), autobuses Bizkaibus (líneas provinciales) y la bicicleta, contabilizada mediante los puntos de alquiler de bicicletas, mientras que el resto de los medios están contabilizados por sus paradas y estaciones, que se podrán visualizar en el portal GeoBilbao.

La puntuación quiere priorizar una calle intermodal y bien conectada, por eso, lo que se busca es el máximo número de medios de transporte. Las calles que han sido preseleccionadas cuentan con muchos medios de transporte, ya que son de las más utilizadas e importantes de la ciudad, por eso, la puntuación en este caso es la siguiente, haciendo una distinción entre cantidades altas de medios de transporte:

- Valor de 1 para el máximo número de medios de transporte que pueden coexistir (5).
- Valor de 0,5 para cuando son 4 los medios de transporte que coexisten.
- Valor de 0 si el número de medios de transporte que coexisten es < 4 .

**Anchura de la calle**

Dado que Bilbao no dispone de secciones tipo definidas, la puntuación de este criterio viene dada por unas secciones tipo del Ayuntamiento de Madrid para vías urbanas. Las secciones vienen clasificadas en función de la jerarquización de la vía. Se entiende que es imposible que se cumplan todos los requisitos de la sección tipo (mismas zonas y disposición), y, por lo tanto, lo único que se tendrá en cuenta es la anchura total de la vía a analizar.

Como ciertas calles están diferenciadas jerárquicamente a lo largo de su longitud, en el proceso de puntuación se dividirá la puntuación máxima (1) entre el número de tramos jerárquicamente distintos. Así, se analiza cada tramo comparando su anchura real y la de la sección tipo. Si se cumple que anchura real es mayor o igual que la anchura sección tipo, la puntuación que se obtendrá será la máxima de ese tramo, es decir, 1 entre los diferentes tramos jerárquicos que haya. Por el contrario, si esta relación no se satisface, la puntuación será de 0. Finalmente, la puntuación total de cada calle respecto de este criterio se consigue con la suma de las puntuaciones de cada uno de sus tramos.

Por otro lado, se presentan las secciones tipo de relevancia para este proyecto, es decir, las relativas a las vías colectoras, las redes básicas urbanas (o principal) y las locales, que son las que se corresponden con la jerarquización de las calles preseleccionadas, y las que servirán de referencia para que las calles obtengan su puntuación (en caso de respetar la anchura determinada) o no. No son iguales los títulos de jerarquización que reciben las calles en Bilbao que en Madrid, por ello, se ha consultado la descripción que hace cada Ayuntamiento de los diferentes títulos, y la correlación es:

- Lo que en Madrid califican como Vía Local, en Bilbao es Red Local.
- A las vías colectoras de Madrid en Bilbao se les denomina Red Colectora-Distribuidora.
- Por último, el Viario Principal de Madrid se corresponde con la Red Básica de Bilbao.



Densidades altas / medias

| | | | | |
|-------|--------------|--|-------------------------|-------|
| 2.5 | 2.0 | 4.5 | 4.1 | 2.5 |
| Acera | Aparcamiento | Calzada Sentido único + badén / intersección elevada | Aparcamiento en batería | Acera |

15.6

VÍA LOCAL DE ACCESO PARA USO MIXTO DE MEDIA Y ALTA DENSIDAD; DISEÑO DE SECCIÓN TIPO

Ilustración 18. Secciones tipo vía local.

Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2000).



Densidad media-alta

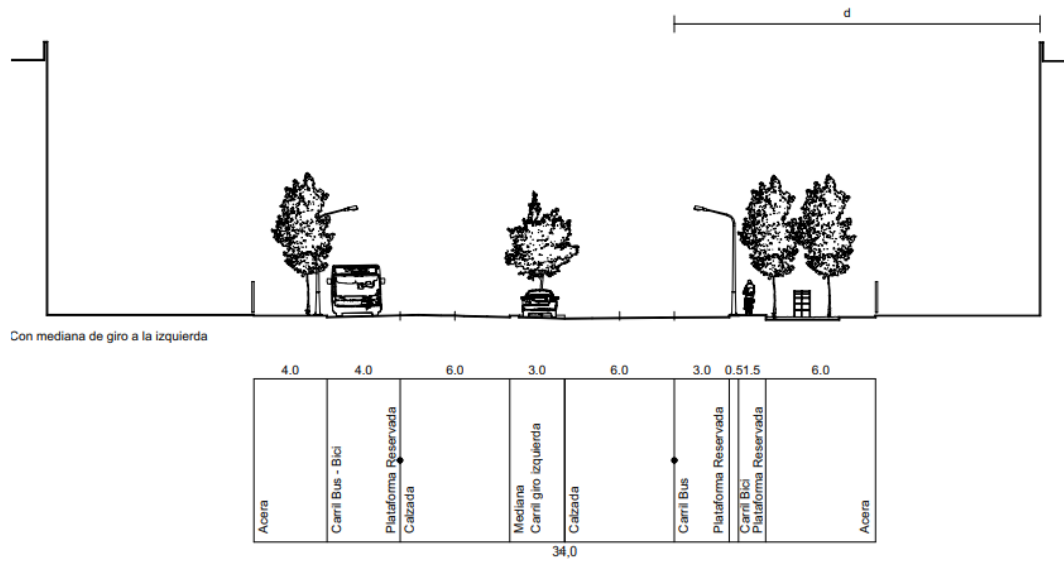
| | | | | | | | |
|-------|-----------------------|-------------------|--|-----------------------|-------------------|----------------------|----------------|
| 3.0 | 2.0 | 4.0 | 6.0 | 2.0 | 0.5 | 1.5 | 7.0 |
| Acera | Aparcamiento en línea | Carril Bus - Bici | Plataforma Reservada Calzada de doble sentido | Aparcamiento en línea | Carril Bus - Bici | Plataforma Reservada | Area estancial |

26.0

VÍA COLECTORA LOCAL PARA USO RESIDENCIAL DE MEDIA Y ALTA DENSIDAD; DISEÑO DE SECCIÓN TIPO

Ilustración 19. Secciones tipo vía colectora local.

Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2000).



Punto desde el que medir la distancia a la edificación (d)
Via distrital: si IMD > 20.000 veh. / día d > 18m
Via urbana: si IMD > 70.000 < 90.000 d > 20m
> 90.000 < 110.000 d > 25m
> 110.000 d > 30m

d=distancia mínima a usos colindantes según art. 5.3.14 NN.UU.

VIARIO PRINCIPAL; DISEÑO DE SECCIÓN TIPO

Ilustración 20. Sección tipo de vía principal.

Fuente: Ayuntamiento de Madrid (2000).

**Superficie de
aparcamiento**



La puntuación en este caso se da en función de si existe superficie de aparcamiento a un lado o a los dos lados de la calzada, o que no la haya. Lo que se pretende es actuar en una calle que tenga abundante espacio que liberar y por tanto en el que trabajar, así que:

- Valor de 1 para estacionamiento a ambos lados de la calzada.
- Valor de 0,5 para estacionamiento a un lado de la calzada.
- Valor de 0 en el caso de que no haya estacionamiento en la vía.



Se visualiza cuánto aparcamiento en superficie hay mediante la ortofoto de la villa que proporciona GeoBilbao o la visualización de la calle a vista de peatón en la plataforma GoogleMaps, además del conocimiento previo que se tiene de la ciudad.

3.2. PROCESO DE ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA CALLE ESCOGIDA

Una vez obtenida la puntuación de cada calle, y, por lo tanto, aquella en la que se hará la intervención (la de mayor puntuación), es hora de analizarla para conocer su situación actual y así detectar sus problemas, necesidades, capacidades y puntos fuertes con el objetivo de hacer un diseño y ordenación adecuado.

Al ser una calle de suma importancia se considera interesante hacer un análisis conjunto de la influencia que tiene esta a una mayor escala, es decir, en su zona de afección. El cálculo de esta zona de afección se hace en función de la distancia que se recorre en 10 minutos, que es la distancia que se afirma como la que garantiza una buena conexión, no pesada y que se puede realizar andando por toda la población. Para ello, se determina cuál es la velocidad media a pie de la ciudad según la población de la villa de Bilbao. Con este parámetro hallado se puede obtener la distancia de recorrido, la cual se aplicará radialmente a lo largo de toda la calle, marcándose así la zona de afección de esta.

Para este trabajo la recogida de información y análisis de la calle se ha hecho, por una parte, a partir del trabajo de campo e investigación sobre el terreno y, por otra, mediante la consulta de fuentes documentales.

3.2.1. TRABAJO DE CAMPO Y CONSULTA DE CARTOGRAFÍA

Gracias al trabajo de campo y la consulta de cartografía se han realizado planos temáticos mediante el programa ArcGIS para conocer el emplazamiento de diferentes elementos de interés y tenerlos así en cuenta a la hora del diseño y ordenación. Mediante esta información se han identificado las secciones más características de la calle que servirán de base para la ordenación y diseño. Aparte, se sacaron fotos a elementos urbanos y edificios de interés, y se vieron cuáles eran las principales diferencias a lo largo de la calle. Además, el hecho de ser natural de Bilbao ha sido de gran ayuda, lo que aporta información adicional al conocimiento que se obtiene de este análisis.

En definitiva, lo que se consigue mediante el trabajo de campo y el análisis de la cartografía es hacer un inventario gráfico de la calle donde se detalla información sobre:



- Usos del suelo de la calle
- Equipamientos
- Espacios libres
- Edificación
- Elementos urbanos
- Distribución de la red viaria

De esta manera, se tienen los elementos interesantes de la calle localizados y se conoce la cantidad, el tipo y la distribución a lo largo de la calle de cada uno de ellos. Algunos de estos elementos serán atractivos y potenciales, mientras que otros no tanto, y, además, se podrá subrayar cuáles son los elementos que faltan en la vía y son necesarios, para incluirlos posteriormente en el diseño y ordenación de la calle escogida.

Este análisis permite establecer un diagnóstico, en base al cual se proyectará y planeará una intervención que cubra los problemas y posibilidades de mejora que se resalten en el diagnóstico.

3.2.2. CONSULTA DE FUENTES DOCUMENTALES

En cuanto a la consulta de fuentes documentales se ha recopilado y realizado una consulta exhaustiva de documentos publicados por el Ayuntamiento de Bilbao, entre ellos el Plan de Movilidad Urbana Sostenible, el Plan de Movilidad Segura, el Plan de Mejora de la Calidad del Aire y el Plan de Acción sobre el mapa de ruido y asimismo se consulta el archivo de edificios históricos y de protección de la Diputación de Vizcaya, junto con sus Declaraciones de Interés Cultural en el Boletín Oficial del País Vasco (BOPV).

Esta recogida de información ha tratado de dar a conocer de forma detallada el conjunto de la calle y otros temas más específicos. Previamente, se pone de manifiesto la información sobre el estado actual de la calle y, a partir de esta, se detectan los problemas que hay y se dan a conocer medidas correctoras que podrían mejorar en gran medida las condiciones actuales en el siguiente apartado de propuestas de ordenación y diseño.

Hablando detalladamente, el análisis se ha hecho primero con el objetivo de crear un marco contextualizado tanto de la calle como del propio municipio en cuanto al:

- Marco territorial. Con el objetivo de hallar las características del lugar en el que se hace la actuación y ver cuál es la capacidad de influencia de la calle en cuestión.
- Marco social. Para tener en cuenta a la población de la villa y satisfacer no sólo sus demandas actuales sino las futuras.



- Marco económico. Por el cual se analiza el perfil financiero de los habitantes de Bilbao y actividades económicas para potenciar las actividades lucrativas en las que participan.

Después se hace un análisis más completo a nivel de la calle de:

- El tráfico y la movilidad de diferentes modos (peatonal, transporte público y ciclista).
- La siniestralidad, por la cual se hallan cuáles son los puntos negros y tramos peligrosos de la calle para poder focalizar una intervención segura en ellos y así mejorar este aspecto.
- El medio ambiente, el cual se analiza en función del ruido producido por el tráfico e industria y las emisiones de gases de los vehículos tanto públicos como privados. En función de los resultados que obtenga la calle en cuanto a estos dos aspectos, las actuaciones serán más invasivas o menos, con el objetivo de conseguir mitigar los malos efectos que desencadenan este tipo de contaminaciones.

Después, mediante un análisis conjunto de toda la información recabada, se llega a un diagnóstico donde se ponen de manifiesto las necesidades, problemas y posibles mejoras. Este diagnóstico servirá de base para detallar en el siguiente apartado las propuestas que se harán en la actuación.

3.3. PROCESO DE ORDENACIÓN Y DISEÑO

Una vez hecho el análisis, con el objetivo de hacer una buena intervención en la calle escogida, las propuestas de diseño y ordenación se fundamentarán, por un lado, en el análisis previamente hecho, y por otro, en las propuestas de actuación que los expertos han planteado a modo de recomendaciones y directrices con las modificaciones oportunas para adaptarlo al caso concreto de estudio de este trabajo.

Esta ordenación y diseño de la calle se comienza a hacer a una escala más global y general, liberando el espacio y, con ello, redistribuyendo y ordenando la red viaria en los diferentes tramos de la calle. Más tarde, se detalla un poco más el nivel de actuación, viendo qué es lo que se demanda en cada punto y satisfaciendo esta demanda mediante la introducción de los elementos urbanos pertinentes.



3.3.1. REDISTRIBUCIÓN DE LA RED VIARIA

Primeramente, se hace una redistribución de la red viaria reordenando el espacio que se dispone teniendo en cuenta todo el espacio que se puede liberar gracias a la introducción de los VA, por los siguientes motivos:

- Ya no se necesitarán espacios de aparcamiento en superficie porque este tipo de vehículos será capaz de ir a aparcar solo a aparcamientos a las afueras de la ciudad o a los hogares de los usuarios, por lo que, las bandas transversales de estacionamiento supondrán ahora un espacio nuevo a utilizar.
- Se estima que los vehículos autónomos compartidos (SAVs) pueden llegar a reemplazar once vehículos convencionales gracias a su capacidad de reubicarse cuando no están en uso para acortar así el tiempo de espera de los siguientes usuarios (Fagnant et al., 2014). La consecuencia directa de esto es que las vías no tendrán que soportar tanto tráfico, por lo que, se podrían llegar a eliminar algunos carriles. Además, incluyendo una estrategia de carga adecuada para cargar estos SAVs, se habla de que la flota de estos ofrecería un buen servicio solamente con entre el 10 y 14% de los vehículos privados (Iacobucci et al., 2018).
- Por otro lado, la automatización de estos vehículos les permite poder transitar seguros a unas distancias más cercanas que las que se utilizan actualmente para separar carriles, por lo que, también sería posible reducir la anchura de los carriles sin disminuir la seguridad vial, teniendo así más espacio liberado.

El paso de redistribuir la red viaria es el primero porque, de esta forma, ya se tiene el escenario real donde introducir los siguientes elementos de la intervención.

Se ha priorizado que la ocupación de los espacios liberados se destine a la movilidad peatonal, promoviendo el uso de la calle como elemento dinámico y de relación, ensanchando las aceras para devolver a los peatones la ciudad. Este espacio, se va a conseguir gracias a la liberación de los espacios destinados al aparcamiento en superficie y a la eliminación de carriles de circulación de vehículos. De esta manera, no sólo se consigue potenciar la movilidad a pie, sino que también se reduce la utilización del turismo privado, con todos los beneficios saludables, sostenibles y mejoras en la seguridad de los demás medios de transporte que esto supone. Para crear más alternativas a la utilización del coche que de verdad sean competitivas en todos los aspectos, es decir, alternativas que pueden satisfacer mismos tiempos y distancias urbanas, se introducen también en este proceso de priorización de utilización de espacios a la movilidad ciclista, para dar continuidad a la red ya existente, tal y como demandan los bilbaínos. Además, la actuación de invertir en aceras y carriles bici fue lo más votado en la encuesta que se hizo a los expertos. Potenciando y motivando, de esta manera, a la gente a utilizar estos medios saludables y activos de movilidad, dado que,



además, la orografía y las pequeñas distancias del distrito donde está emplazada la Gran Vía lo permiten ampliamente y no suponen ningún impedimento. En un tercer escalón, se posiciona al transporte público, el cual es necesario para dar servicio a aquellas personas que no pueden desplazarse ni a pie ni en bicicleta. Además, este es capaz de mejorar las distancias y los tiempos de las bicis. Para dar un buen servicio urbano y que así no se abuse del vehículo privado, la red de transportes tiene que estar muy bien conectada, contar con una alta frecuencia, satisfacer la demanda, y esta debe de estar diseñada para que sea competitiva en términos de tiempo con el coche.

3.3.2. INTRODUCCIÓN DE ELEMENTOS URBANOS

Una vez hecha la redistribución, ya se sabe del espacio que se dispone o la configuración final de la calle para introducir los elementos urbanos. La localización de cada uno de ellos vendrá dada en base a unos criterios que ya se han desarrollado en el apartado 2.3. Propuestas generales de actuación.

Principalmente, como anteriormente se ha explicado, los diferentes elementos urbanos que se tratan en este trabajo se pueden clasificar en dos grandes grupos: los demandados por la reordenación, y los demandados por la introducción de los VA a la red de la ciudad. Al primer grupo pertenecen los elementos de seguridad y los carriles de acceso. Los elementos de seguridad son aquellos que tienen como objetivo proteger una movilidad o un movimiento en un determinado punto. Hay múltiples elementos de seguridad (bordillos, badenes, semáforos...), y en función de lo que se necesite o de los recursos que se tenga se optará por unos u otros. En este trabajo estos elementos se aprovechan también para hacer más viva y natural la calle, mediante la introducción de elementos de seguridad verdes. Por otro lado, los elementos urbanos que vienen de la mano de la introducción de los VA y que, por lo tanto, son nuevos son las estaciones de carga y los puntos de movilidad. Las estaciones de carga son aquellos lugares habilitados para que los vehículos autónomos obtengan la energía necesaria para poder funcionar puedan cargarse. Los puntos de movilidad, sin embargo, son aquellas zonas que dan servicio a los usuarios de los VA en su recogida y traslado al lugar que deseen.

Por todo esto, es lógico ver que, se proyectarán primero los carriles de acceso y los elementos de seguridad, ya que, en esta etapa, se hace la redistribución y ordenación del espacio liberado. Y, en segundo lugar, se planteará la introducción de las estaciones de carga y de los puntos de movilidad, teniendo en cuenta que ahora ya se conoce la configuración final de la calle, los usos del suelo (residencial, terciario y turístico), los aparcamientos de carga y descarga, y las diferentes paradas de los distintos transportes públicos que se encuentran en la calle.

4. APLICACIÓN AL CASO DE BILBAO

4.1. SELECCIÓN DE LA CALLE

4.1.1. PRESELECCIÓN

Las calles que han sido previamente seleccionadas han sido seis, consideradas las principales y más conocidas de Bilbao, de forma que el trabajo tuviese el mayor alcance posible. Estas calles son las siguientes (*Ilustración 21*):

- Gran Vía de Don Diego López de Haro / Don Diego Lopez Haroko Kale Nagusia.
- Paseo Campo Volantín / Campo Volantín Pasalekua.
- Alameda Doctor Areilza / Areiltza Doktoarearen Zumarkalea.
- Alameda Recalde / Errekalde Zumarkalea.
- Calle Autonomía / Autonomia Kalea.
- Avenida Sabino Arana / Sabino Arana Etorbidea.

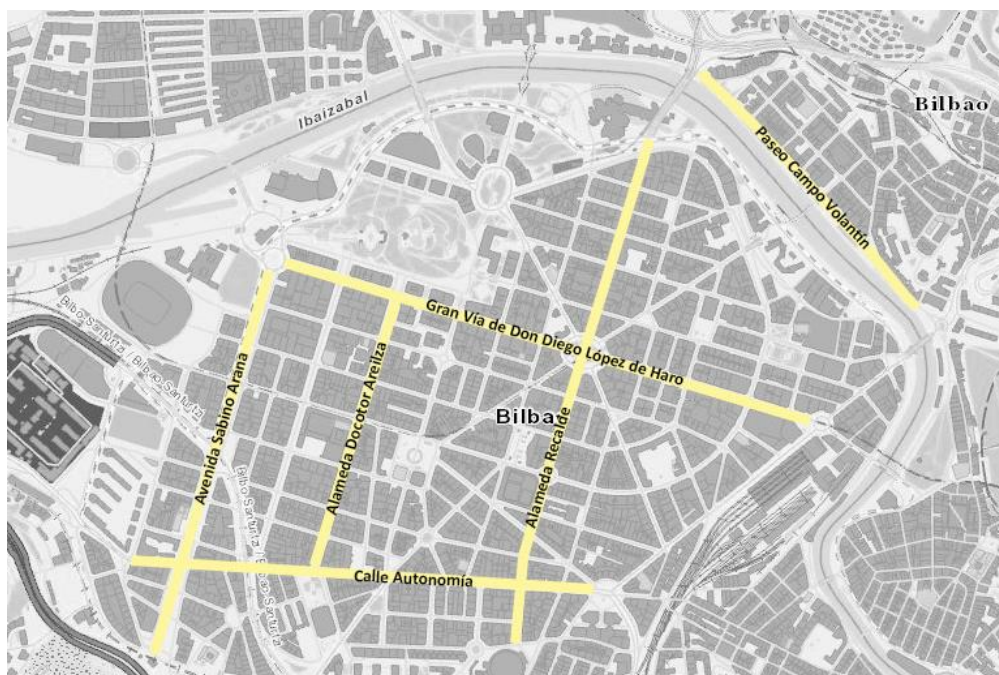


Ilustración 21. Calles preseleccionadas

Fuente: elaboración propia a partir del callejero de Bilbao.

Se considera que estas son las calles en las que más interesante es hacer esta actuación de implementar la circulación de los vehículos autónomos, pues están entre las que soportan más tráfico de la ciudad (*Ilustración 15*) y entre las que presentan una buena conexión con los modos de transporte público. Por otro lado, algunas de ellas son o están directamente conectadas con las entradas y salidas de la ciudad, escogiendo así las que tienen una buena conexión tanto con el interior como con el exterior de la ciudad. Otro criterio que ha influido en la elección de estas calles ha sido la abundante variedad de actividades que sostienen. Este criterio queda reflejado tanto en la anchura, como en la jerarquización de las mismas (*Ilustración 22*).



Ilustración 22. Jerarquización de la red viaria de Bilbao.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2021a).

- **Red prioritaria:** constituida por las vías de alta capacidad, destinadas exclusivamente al tráfico rodado. Por ellas circula el tráfico que realiza viajes metropolitanos e interurbanos.
- **Red básica urbana:** conformada por las vías urbanas de mayor capacidad por las que circula el tráfico rodado, pero que no son exclusivas de este. Sirven tanto para desplazamientos urbanos como metropolitanos con origen o destino en la ciudad.
- **Red colectora – distribuidora:** destinada a articular el tráfico interior de los distritos. En estas vías el tráfico rodado coexiste con un importante volumen de actividad en sus bordes, generador de un porcentaje importante de tráfico de agitación.
- **Red local:** como su propio nombre indica satisface la movilidad eminentemente local, en la que se encuadra una gran parte de los puntos de origen o destino de los viajes en automóvil.

A continuación, se describen las citadas calles, adjuntando una breve información general:



GRAN VÍA DON DIEGO LÓPEZ DE HARO / DON DIEGO LOPEZ HAROKO KALE NAGUSIA



Ilustración 23. Gran Vía Don Diego López de Haro / Don Diego Lopez Haroko Kale Nagusia.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

| Características técnicas | Características generales |
|---|--|
| <p>Longitud: 1.500 m (desde Plaza Circular hasta Plaza del Sagrado Corazón)</p> <p>Anchura: 30 m</p> <p>Área: 38.000 m²</p> <p>Perímetro: 3.000 m</p> | <p>Zona de mucha actividad comercial. También cuenta con varios edificios dedicados a instituciones y empresas, y otros pocos residenciales.</p> <p>En su recorrido encontramos la Plaza Moyúa, centro de la ciudad de Bilbao.</p> |
| Modos de transporte | Historia |
| <p>Metro: Estaciones de Moyúa y Abando.</p> <p>Tranvía: Estación de Abando.</p> <p>Autobús: Líneas de Bilbobus y Bizkaibus.</p> <p>Taxi: Dos paradas (Plaza Circular y Edificio del Gobierno Vasco)</p> <p>Alquiler de bicicletas: Un punto en Plaza Moyúa.</p> | <p>Esta calle recibe el nombre del fundador de la Villa de Bilbao (1300): Don Diego López de Haro, Señor de Vizcaya (1295-1310).</p> <p>Antiguamente, la calle recibió el nombre de Gran Vía de San Mamés, y su trazado iba desde la Plaza Circular hasta llegar a la fachada del edificio de San Mamés (actual Casa de la Misericordia). Posteriormente, por razones estratégicas militares, se comenzó a urbanizar en 1871 el actual</p> |



Ilustración 21. Conexiones Grán Vía Don Diego López de Haro.

Fuente: GeoBilbao.

trazado, aunque el nombre primitivo permaneció hasta 1879 (González Oliver, 2006).

Tabla 7. Ficha técnica Gran Vía de Don Diego López de Haro.

PASEO CAMPO VOLANTÍN / CAMPO VOLANTÍN PASALEKUA



Ilustración 24. Paseo Campo Volantín / Campo Volantín Pasalekua.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

| Características técnicas | Características generales |
|---|---|
| <p>Longitud: 840 m (Guardia Municipal Bernardino Alonso – La Salve)</p> <p>Anchura: Variable desde los 36 m hasta los 24 m.</p> <p>Área: 26.500 m²</p> <p>Perímetro: 1.764 m</p> | <p>Zona principalmente residencial con amplias zonas verdes y de paseo, incluyendo la Plaza de La Salve y el paseo a orillas de la ría.</p> <p>También cuenta con algunos edificios destinados a instituciones y empresas, entre ellos destacan el Ayuntamiento y el Edificio del Puerto, y un colegio.</p> |



| Modos de transporte | Historia |
|--|--|
| <p>Autobús: Líneas de Bilbobus.</p> <p>Taxi: Una parada en la rotonda del Ayuntamiento.</p> <p>Alquiler de bicicletas: Un punto en la plaza de en frente del Zubizuri.</p> <p>Carril bici.</p> | <p>Durante el siglo XVI fueron suelos arrendados anualmente para la utilización de su prado y huertas.</p> <p>En 1654, debido a las abundantes inundaciones, se decide abrir un cauce artificial.</p> <p>En 1769 el Ayuntamiento decide abrir y formar una calle recta hasta la “La Grúa” que sirviese de paseo público y recreo común.</p> <p>Se convierte en barrio residencial de la burguesía de la Villa de Bilbao durante el siglo XIX.</p> <p>Tras las inundaciones del 27 de agosto de 1983, se decide realizar en 1986 una profunda remodelación del paseo que había quedado destruido (González Oliver, 2006).</p> |



Ilustración 25. Conexiones Paseo Campo Volantín.

Fuente: GeoBilbao.

Tabla 8. Ficha técnica Paseo Campo Volantín.

ALAMEDA DOCTOR AREILZA / AREILTZA DOKTOREAREN ZUMARKALEA



Ilustración 26. Alameda Doctor Areilza / Areiltza Doktoarearen Zumarkalea.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

| Características técnicas | Características generales |
|--|---|
| <p>Longitud: 755 m (desde Gran Vía hasta Calle Autonomía)</p> <p>Anchura: 28,4 m</p> <p>Área: 22.700 m²</p> <p>Perímetro: 1.550 m</p> | <p>Zona residencial con abundante actividad hostelera.</p> <p>También cuenta con un ambulatorio y un colegio.</p> |
| Modos de transporte | Historia |
| <p>Metro: Estación de Indautxu.</p> <p>Tranvía: Tiene muy próxima la parada de La Casilla en la Calle Autonomía.</p> <p>Autobús: Una parada de BilboBus en la esquina con la Calle Alameda Urquijo. No hay ninguna línea que recorra la calle.</p> <p>Taxi: Una parada en frente del ambulatorio.</p> <p>Alquiler de bicicletas: Un punto.</p> <p>Carril bici.</p> | <p>Esta calle es un homenaje a Enrique de Areilza Arregui, nacido en 1860 en el seno de una familia Carlista y médico de trayectoria muy reconocida en el territorio (González Oliver, 2006).</p> |

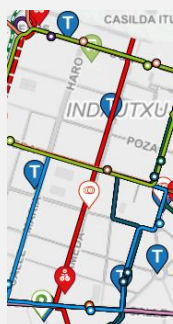


Ilustración 27. Conexiones Alameda Doctor Areilza.

Fuente: GeoBilbao.

Tabla 9. Ficha técnica Alameda Doctor Areilza.

ALAMEDA RECALDE / ERREKALDE ZUMARKALEA



Ilustración 28. Alameda Recalde / Errekalde Zumarkalea.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

| Características técnicas | Características generales |
|---|---|
| <p>Longitud: 1.340 m (Puente de La Salve-Plaza de Toros)</p> <p>Anchura: 19 m</p> <p>Área: 26.400 m²</p> <p>Perímetro: 2.723 m</p> | <p>Es una vía de entrada de la ciudad.</p> <p>Calle mayoritariamente residencial y dedicada a edificios de instituciones. Destacan en su recorrido la Plaza Moyúa, La Alhóndiga, el Club Deportivo y el Colegio Escolapios.</p> |
| Modos de transporte | Historia |
| <p>Metro: Estación de Moyúa.</p> <p>Autobús: Líneas de Bilbobus y Bizkaibus.</p> <p>Taxi: Una parada de taxi en Plaza Moyúa.</p> | <p>Juan Martínez de Recalde y Larrínaga, General de la Armada, Caballero y Comendador de la Orden de Santiago, alcalde de la Villa, regidor y naviero nacido en Bilbao en 1538.</p> <p>La calle recibe este nombre el 9 de mayo de 1919, pero únicamente el tramo entre las plazas de Moyúa y Arriquíbar, ya que el otro tramo era la calle Elguera, por el río que pasaba por el lugar que ahora lo hace de forma subterránea (González Oliver, 2006).</p> |

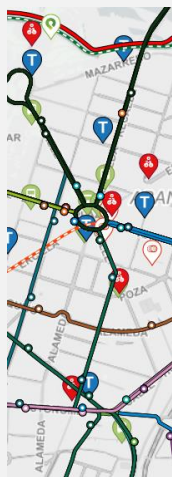


Ilustración 29. Conexiones Alameda Recalde.

Fuente: GeoBilbao.

Tabla 10. Ficha técnica Alameda Recalde.

CALLE AUTONOMÍA / AUTONOMIA KALEA



Ilustración 30. Calle Autonomía / Autonomia Kalea.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.


| Características técnicas | Características generales |
|---|---|
| <p>Longitud: 1.235 m (Plaza Aita Donostia – Plaza Zababuru)</p> <p>Anchura: 24 m</p> <p>Área: 30.000 m²</p> <p>Perímetro: 2.480 m</p> | <p>Calle residencial con bajos comerciales y el Colegio de Educación Infantil y Primaria (CEIP) Basurto.</p> <p>Entrada y salida de la ciudad por la N-634.</p> <p>En su recorrido destaca el Parque La Casilla.</p> |
| Modos de transporte | Historia |
| <p>Tranvía: Parada de La Casilla.</p> <p>Autobús: Líneas de Bizkaibus y Bilbobus.</p> <p>Taxi: Una parada en la Plaza la Casilla.</p> <p>El carril bici cruza la calle transversalmente en tres ocasiones.</p>  <p><i>Ilustración 31. Conexiones Calle Autonomía.</i> <i>Fuente: GeoBilbao.</i></p> | <p>Se conocía como Camino de Santiago porque era el camino de salida de los peregrinos.</p> <p>En 1885 el Ayuntamiento de Abando le pone el nombre de Calle Autonomía tras trasladar la casa Consistorial a esta zona y en recuerdo del Estatuto de Autonomía.</p> <p>En 1937 se le cambia el nombre a Gregorio Balparda, pero después, en 1980, se decide recuperar el antiguo nombre (González Oliver, 2006).</p> |

Tabla 11. Ficha técnica Calle Autonomía.

AVENIDA SABINO ARANA / SABINO ARANA ZUMARKALEA



Ilustración 32. Avenida Sabino Arana / Sabino Arana Zumarkalea.

Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth Pro.

| Características técnicas | Características generales |
|---|---|
| <p>Longitud: 1.070 m (Plaza Sagrado Corazón de Jesús – Calle Tellagorri)</p> <p>Anchura: 48 m, aunque en su parte final se llega a ensanchar 10 m más.</p> <p>Área: 55.500 m²</p> <p>Perímetro: 2.270 m</p> | <p>Calle residencial con bajos comerciales. Cuenta también con algunas instituciones como la Policía Municipal, el CEIP Basurto y el Colegio de la Pureza de María, la Parroquia de la Inmaculada y la Casa Misericordia.</p> <p>Vía de entrada y salida de la ciudad por San Mamés.</p> |
| Modos de transporte | Historia |
| <p>Metro: Estación de San Mamés.</p> <p>Tranvía: Parada de Sabino Arana.</p> <p>Taxi: Parada en la Plaza Víctor Chávarri.</p> <p>Autobús: Líneas de Bilbobus.</p> <p>Alquiler de bicicletas: 1 punto en el extremo sur de la calle.</p> <p>Carril bici.</p> | <p>Tiene el nombre de Sabino Policarpo Arana y Goiri, hijo de una familia carlista y adinerada de Bilbao. Su vida está ligada a la religión y al Nacionalismo, como así reflejan sus numerosas publicaciones. En 1898 es elegido diputado por el Partido Nacionalista. Muere de una enfermedad en Sukarrieta en 1903.</p> <p>A esta avenida primeramente le pertenecía el nombre de Alfonso XIII en homenaje al rey. Después de las elecciones de 1931 deja el país para dar paso a la Segunda República y se retira primero a Fontainebleau y después a Roma, donde finalmente muere en 1941. (González Oliver, 2006).</p> |

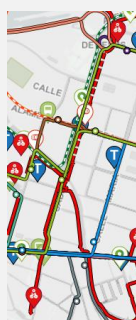


Ilustración 33. Conexiones Avenida Sabino Arana.

Fuente: GeoBilbao.

Tabla 12. Ficha técnica Avenida Sabino Arana.

4.1.2. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS CRITERIOS

A continuación, en este apartado se van a presentar unas fichas que incluyen la valoración de cada calle respecto de cada criterio, mostrándose para cada calle la valoración de cada criterio y por consiguiente la puntuación que reciben.



Ilustración 34. Red de accesos a Bilbao.

Fuente: elaboración propia a partir de imagen proporcionada por el Ayuntamiento de Bilbao.

| Calle | Valoración | Puntuación |
|----------------------------------|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | No | 0 |
| Paseo Campo Volantín | No | 0 |
| Alameda Doctor Areilza | No | 0 |
| Alameda Recalde | Sí | 1 |
| Calle Autonomía | Sí | 1 |
| Avenida Sabino Arana | Sí | 1 |

Tabla 13. Valoración y puntuación del criterio sea vía de entrada/salida de la ciudad.

Tráfico

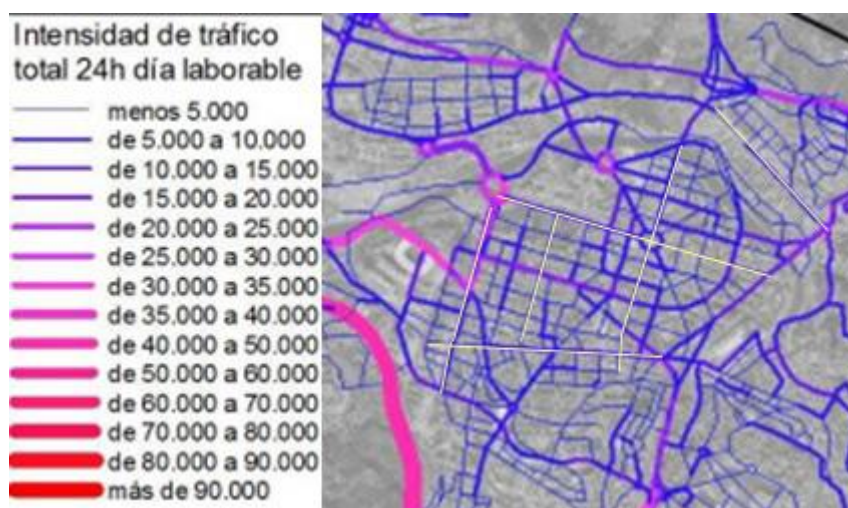


Ilustración 35. Valoración del criterio del tráfico.

Fuente: elaboración propia a partir de Ilustración 15

| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|---------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | 15.000-20.000 | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | 10.000-15.000 | 0,25 |
| Alameda Doctor Areilza | 5.000-10.000 | 0 |
| Alameda Recalde | 15.000-20.000 | 0,5 |
| Calle Autonomía | 20.000-25.000 | 0,75 |
| Avenida Sabino Arana | 25.000-30.000 | 1 |

Tabla 14. Valoración y puntuación del criterio de tráfico.



**Cantidad de espacio
destinado al tráfico no
motorizado**

- Carril bici:

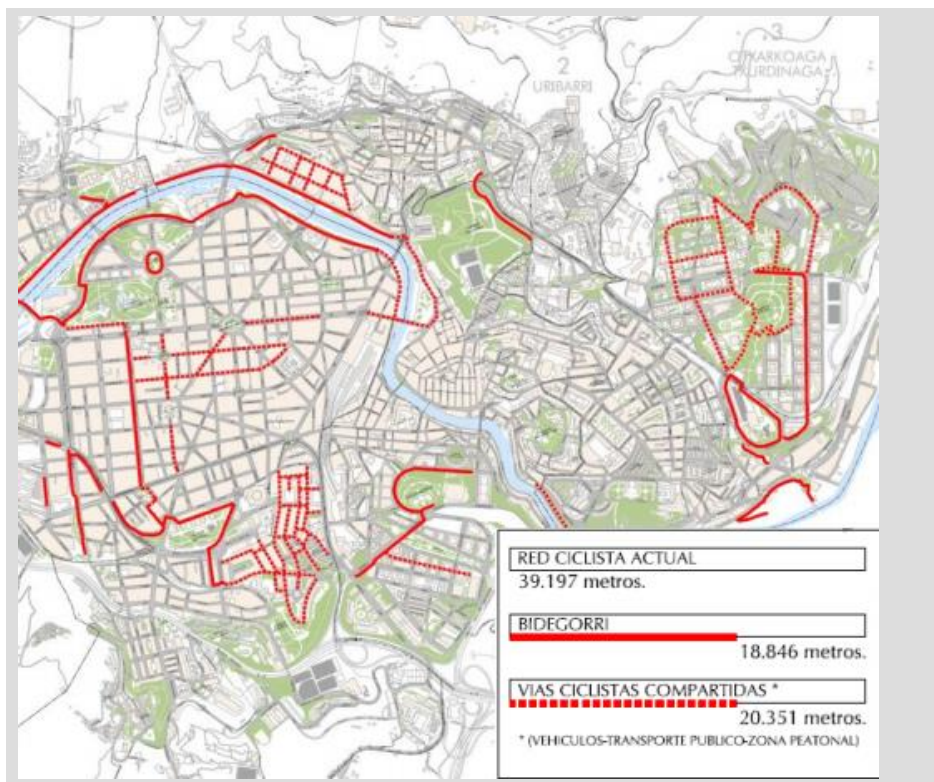


Ilustración 36. Red ciclable de Bilbao.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c).

| Calle | Valoración | Puntuación |
|----------------------------------|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | Sí | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | Sí | 0,5 |
| Alameda Doctor Areilza | Sí | 0,5 |
| Alameda Recalde | No | 0 |
| Calle Autonomía | No | 0 |
| Avenida Sabino Arana | Sí | 0,5 |

Tabla 15. Valoración y puntuación de criterio modos de transporte no motorizados: carril bici.

- Aceras:

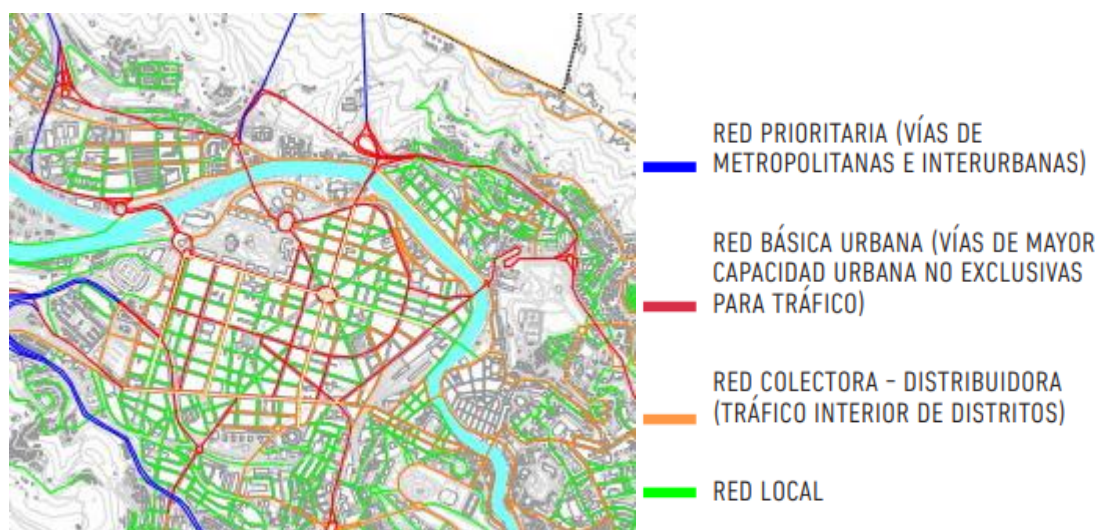


Ilustración 37. Valoración y puntuación de criterio de modos de transporte no motorizados: anchura de aceras.

Fuente: elaboración propia a partir de imagen de PGOU de Bilbao (Ayuntamiento de Bilbao, 2021a).

| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|---|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | 11 m (tramo urbano) y 6 m (tramo red local). Cumple. | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | 8,5 m (red colectora de 2 carriles). Cumple. | 0,5 |
| Alameda Doctor Areilza | 4 m (red colectora de 2 carriles). No cumple. | 0 |
| Alameda Recalde | 3,5 m (tramo urbano y de red colectora). No cumple. | 0 |
| Calle Autonomía | 3,2 m (red urbana). No cumple. | 0 |
| Avenida Sabino Arana | 4 m (tramo de red urbana) y 12 m (tramo de red local). No cumple. | 0 |

Tabla 16. Valoración y puntuación del criterio de modos de transporte no motorizados: anchura de aceras.



Variedad de usos del suelo

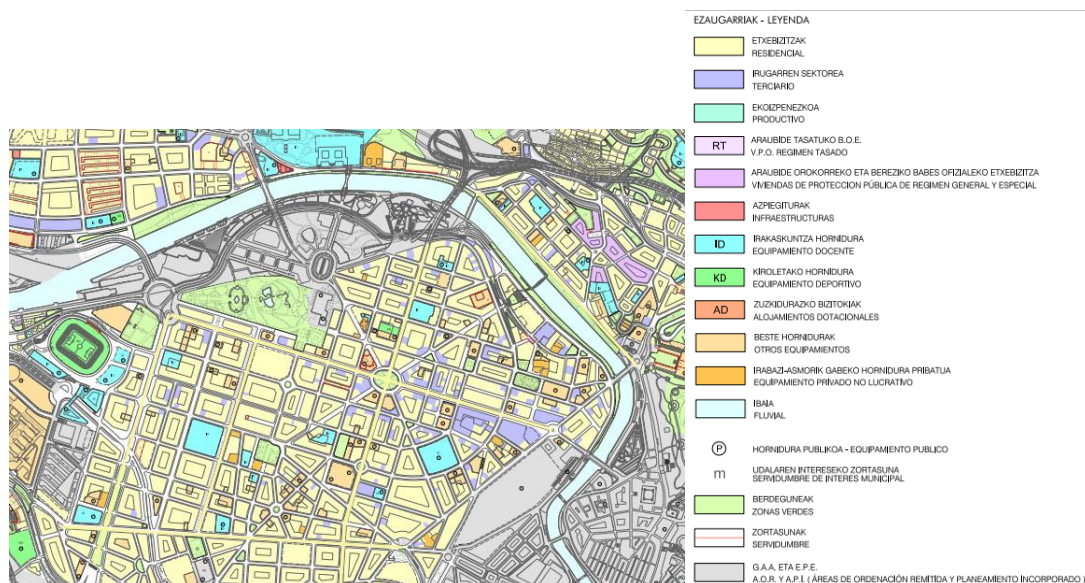
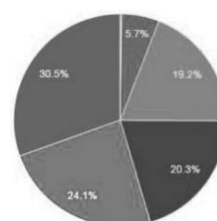


Ilustración 38. Valoración de criterio de usos del suelo.

Fuente: elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Bilbao (2021a).

| Calle | Valoración | Puntuación |
|----------------------------------|---|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | 4 usos: residencial, terciario, equipamiento y espacio verde. | 1,00 |
| Paseo Campo Volantín | 4 usos: residencial, terciario, equipamiento y espacio verde. | 1,00 |
| Alameda Doctor Areilza | 3 usos: residencial, equipamiento, terciario. | 0,00 |
| Alameda Recalde | 4 usos: residencial, terciario, equipamiento y espacio verde. | 1,00 |
| Calle Autonomía | 4 usos: residencial, terciario, equipamiento y espacio verde. | 1,00 |
| Avenida Sabino Arana | 3 usos: residencial, equipamiento y espacio verde. | 0,00 |

Tabla 17. Valoración y puntuación de criterio de usos del suelo.



Calidad ambiental

- Espacios verdes:



Ilustración 39. Zonas verdes y arbolado.

Fuente: GeoBilbao.

| Calles | Área de elementos verde (m ²) | Área verde (m ²) | Área verde total (m ²) | Área total (m ²) | Área verde total /Área total (%) |
|------------------------|---|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Gran Vía | 161 | 0 | 161 | 38000 | 0,42 |
| Campo Volantín | 50 | 3543 | 3593 | 26500 | 13,56 |
| Alameda Recalde | 134 | 2266 | 2400 | 26400 | 9,09 |
| Doctor Areilza | 13 | 1548 | 1561 | 22700 | 6,88 |
| Sabino Arana | 136 | 362 | 498 | 55500 | 0,90 |
| Autonomía | 69 | 459 | 528 | 30000 | 1,76 |

Tabla 18. Cálculo de zona verde sobre área de suelo urbano.



| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | 0,42% | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | 13,56% | 0 |
| Alameda Doctor Areilza | 9,09% | 0 |
| Alameda Recalde | 6,88% | 0 |
| Calle Autonomía | 0,90% | 0,5 |
| Avenida Sabino Arana | 1,76% | 0,5 |

Tabla 19. Valoración y puntuación de criterio medioambiental: espacios verdes.

- Niveles de ruido:

| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | >75 db | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | >75 db | 0,5 |
| Alameda Doctor Areilza | 70-75 db | 0 |
| Alameda Recalde | >75 db | 0,5 |
| Calle Autonomía | >75 db | 0,5 |
| Avenida Sabino Arana | >75 db | 0,5 |

Tabla 20. Valoración y puntuación de criterio medioambiental: niveles de ruido.

Accidentabilidad



| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | Alta | 1 |
| Paseo Campo Volantín | - | 0 |
| Alameda Doctor Areilza | - | 0 |
| Alameda Recalde | Alta | 1 |
| Calle Autonomía | Alta | 1 |
| Avenida Sabino Arana | - | 0 |

Tabla 21. Valoración y puntuación de criterio de accidentabilidad.

En negro se señalan las calles y zonas que se califican como los lugares que más accidentes hay por el Ayuntamiento de Bilbao.

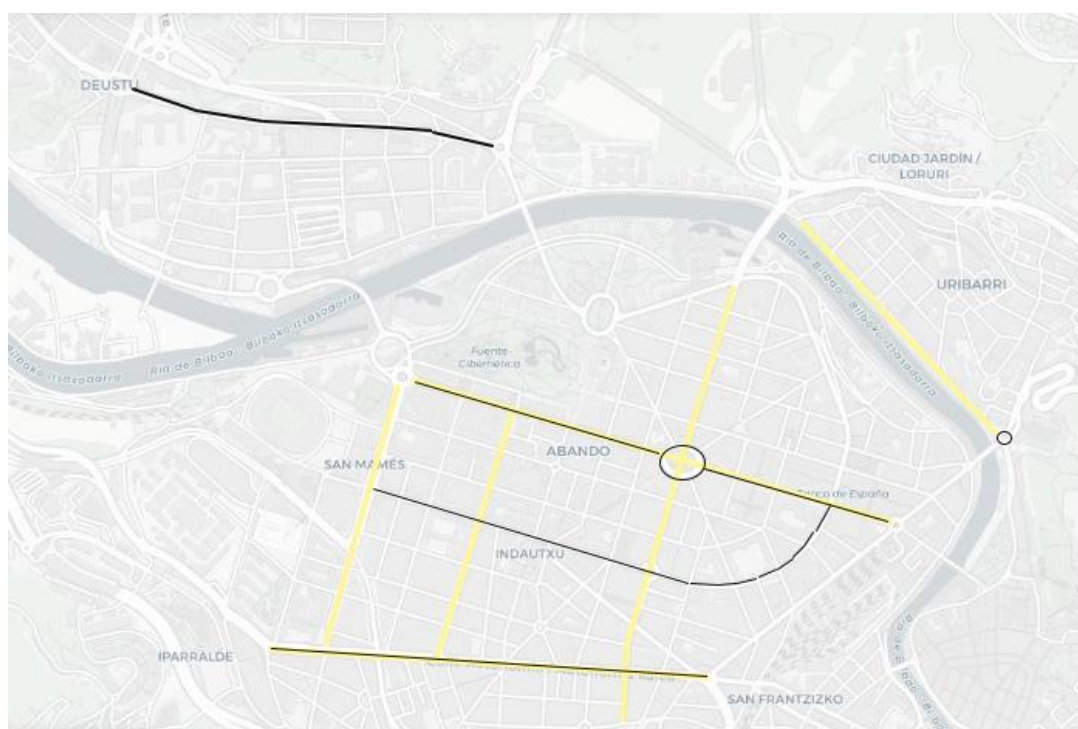


Ilustración 40. Siniestralidad Bilbao.

Fuente: elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Bilbao (2018a).



Diferentes medios de transporte que coexisten

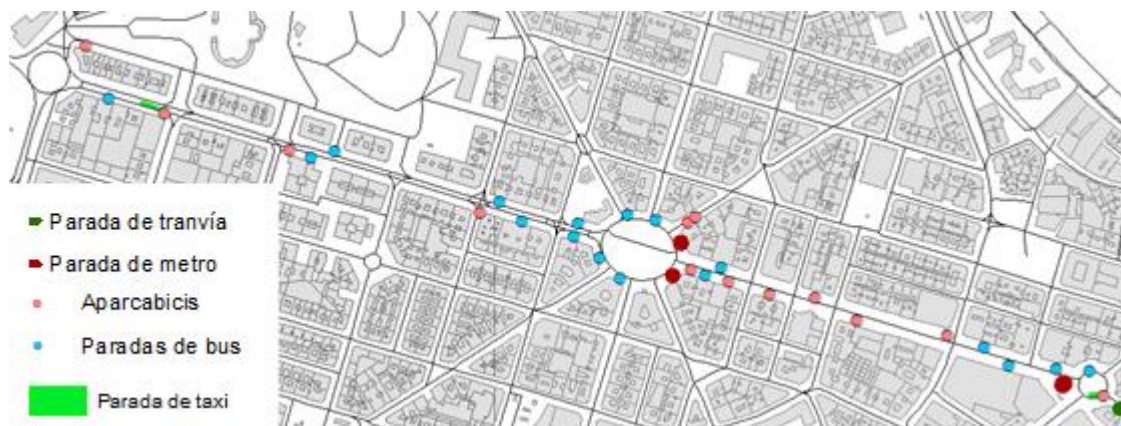
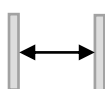


Ilustración 41. Medios de transporte que coexisten.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|--|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | 5 medios: metro, tranvía, autobús, taxi y punto de alquiler de bicicletas. | 1 |
| Paseo Campo Volantín | 3 medios: autobús, taxi y carril bici. | 0 |
| Alameda Doctor Areilza | 5 medios: metro, tranvía, autobús, taxi y punto de alquiler de bicicletas. | 1 |
| Alameda Recalde | 3 medios: metro, autobús y taxi. | 0 |
| Calle Autonomía | 3 medios: tranvía, autobús y taxi. | 0 |
| Avenida Sabino Arana | 5 medios: metro, tranvía, autobús, taxi y punto de alquiler de bicicletas. | 1 |

Tabla 22. Valoración y puntuación del criterio de medios de transporte que coexisten.



Anchura de la calle

Primeramente, se clasifica cada calle según su jerarquización y tráfico, viéndose entonces la anchura mínima que debería de cumplir según la correspondiente sección tipo.

| Calle | Jerarquización | Anchura de sección tipo | Anchura real | Valoración | Puntuación |
|---|----------------|-------------------------|-------------------------|------------|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | Vía básica | 34 m | 30 m | No cumple | 0 |
| | Vía local | 15,6 m | 30 m | Cumple | 0,5 |
| Paseo Campo Volantín | Red colectora | 26 m | Variable 36 m – 24 m | No cumple | 0 |
| Alameda Doctor Areilza | Red colectora | 26 m | 28,4 m | Cumple | 1 |
| Alameda Recalde | Red básica | 34 m | 19 m | No cumple | 0 |
| | Red colectora | 26 m | 19 m | No cumple | 0 |
| Calle Autonomía | Red básica | 34 m | 24 m | No cumple | 0 |
| Avenida Sabino Arana | Red básica | 34 m | 48 m | Cumple | 0,5 |
| | Red local | 15,6 m | 48 m | Cumple | 0,5 |

Tabla 23. Valoración y puntuación del criterio anchura.

**Superficie de
aparcamiento**



| Calle | Valoración | Puntuación |
|---|--|------------|
| Gran Vía Don Diego López de Haro | Estacionamiento a ambos lados de la calzada. | 1 |
| Paseo Campo Volantín | Estacionamiento a un lado de la calzada. | 0,5 |
| Alameda Doctor Areilza | Estacionamiento a ambos lados de la cabeza. | 1 |
| Alameda Recalde | Estacionamiento a ambos lados de la calzada. | 1 |
| Calle Autonomía | No estacionamiento en superficie. | 0 |
| Avenida Sabino Arana | Estacionamiento a ambos lados de la calzada. | 1 |

Tabla 24. Valoración y puntuación del criterio de superficie de aparcamiento.



Ilustración 42. Ortofoto Bilbao.

Fuente: GeoBilbao.

4.1.3. PUNTUACIÓN

La calle con mayor puntuación y, por tanto, la óptima y elegida para hacer la intervención es Gran Vía Don Diego López de Haro (0,765) (*Tabla 25*). Esta alta puntuación refleja que es la calle más completa y eficiente de entre las preseleccionadas según los criterios que se consideran importantes y representativos. De cerca le sigue la Avenida Sabino Arana (0,710) que también presenta bastante buenas condiciones. Con una menor puntuación quedan en empate Alameda Recalde y la Calle Autonomía (0,525). Por último, con unos valores muy bajos y similares, están Alameda Doctor Areilza (0,380) y el Paseo Campo Volantín (0,285).

El criterio que más ceros acumula es el de anchura de las aceras, ya que con cuatro de las seis calles obtienen esta puntuación, lo que lleva a pensar que este es un punto a mejorar globalmente en la villa. Por otro lado, el criterio de la calidad ambiental sólo se lleva un cero, indicador de que este es un aspecto que se cuida bastante en la villa, y así se seguirá haciendo en la nueva actuación que se presenta. El criterio de superficie de aparcamiento es el otro que únicamente recibe un cero, pero en este caso, esto señala que hay demasiado aparcamiento en vía pública, algo que los VA ayudarán a reducir.

| Criterio | Peso | G.V. | C.V. | D.A. | A.R. | A. | S.A. |
|--|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Sea vía de entrada/salida de la ciudad | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Tráfico | 0,14 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,75 | 1,00 |
| Cantidad de espacio destinado al tráfico no motorizado | 0,10 | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| Carril bici | | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| Aceras | | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Variedad de usos del suelo | 0,10 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Calidad ambiental | 0,09 | 1,00 | 0,5 | 0,00 | 0,5 | 1,00 | 1,00 |
| Espacios verdes | | 0,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 | 0,50 |
| Niveles de ruido | | 0,50 | 0,50 | 0,00 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Accidentabilidad | 0,13 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Medios de transporte que coexisten | 0,14 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| Anchura de la calle | 0,11 | 0,50 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1,00 |
| Superficie de aparcamiento | 0,08 | 1,00 | 0,50 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 |
| TOTAL | | 0,765 | 0,285 | 0,380 | 0,525 | 0,525 | 0,710 |

Tabla 25. Proceso de puntuación.

Nota: GV (Gran Vía), CV (Campo Volantín), DA (Doctor Areilza), AR (Alameda Recalde), A (Autonomía), SA (Sabino Arana).



La calle Gran Vía Don Diego López de Haro ha puntuado positivamente en todos los criterios, salvo en uno de ellos (sea vía de entrada/salida de la ciudad) que, además, es el de menor peso. Ha obtenido la puntuación más alta hasta en seis ocasiones (*Tabla 25*) y ha recibido puntuaciones altas en aquellos criterios más valorados.

La calle que queda en segunda posición, Sabino Arana, muy cerca de la que ocupa el primer lugar, la Gran Vía, a tan solo 0,055 puntos, obtiene los máximos resultados en los dos criterios que más peso tienen (tráfico y medios de transporte que coexisten). Además, cuenta nada más que con dos ceros, pero, uno de ellos es en el criterio de accidentabilidad que tiene un peso de 0,13, que es lo que le hace bajar la puntuación y se posiciona en segundo lugar.

Alameda Recalde es una calle bastante estándar, que consigue la máxima puntuación en los criterios vía de entrada/salida de la ciudad, variedad de usos del suelo, accidentabilidad y superficie destinada al aparcamiento. Por otro lado, recibe cuatro veces una puntuación de 0, quedándose de esta manera atrás en cuanto a las puntuaciones de las dos calles anteriores y anulando las puntuaciones positivas recibidas.

La Calle Autonomía también recibe cuatro ceros, pero en este caso sólo uno de ellos corresponde a un criterio de peso alto, el de los medios de transporte que coexisten. Consigue tan alta puntuación porque en el resto de los criterios obtiene la máxima puntuación, menos en el criterio del tráfico que se queda en el 0,75.

Alameda Doctor Areilza, la segunda calle con menor puntuación total, es una de las que más ceros acumula, cinco para ser exactos, por detrás de Paseo Campo Volantín y al igual que la calle anterior, en dos de los tres criterios que más peso tienen. Es la calle que peor puntuación recibe en el aspecto de calidad ambiental.

El Campo Volantín, a pesar de destacar respecto a la cantidad de espacio destinado al tráfico no motorizado, ya que es la única que obtiene la máxima puntuación en este criterio, al ser una de las calles con más ceros, en concreto seis, y además precisamente en los criterios de mayor peso, en el cómputo global resulta la calle con peor puntuación.

4.2. ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CALLE

Tras saber qué calle es en la que se hará la intervención (Gran Vía Don Diego López de Haro), se hace un exhaustivo análisis sobre esta y su entorno, subrayando así sus problemas y necesidades, así como sus potenciales, para en base a la información recogida y el diagnóstico plantear una ordenación y diseño acorde, lucrativa y óptima.

4.2.1. ZONA DE AFECCIÓN

Este análisis se hace a diferentes escalas. Para elegir los diferentes niveles se acude al estudio de movilidad del PMUS de Bilbao, en el cual se afirma que el gran activo de Bilbao es la enorme preponderancia de la movilidad interna sobre la externa y la atraída. Según las encuestas de movilidad en un día laboral se hacen 1.400.000 desplazamientos de los cuales 850.000 son internos, 200.000 externos y 350.000 atraídos, es decir, son 550.000 los desplazamientos que atraviesan los límites municipales. Además, según se puede ver en la siguiente imagen, estos valores se mantienen en el tiempo. Esto se debe al urbanismo de la ciudad, denso, mixto, con residencia, empleo y equipamiento (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

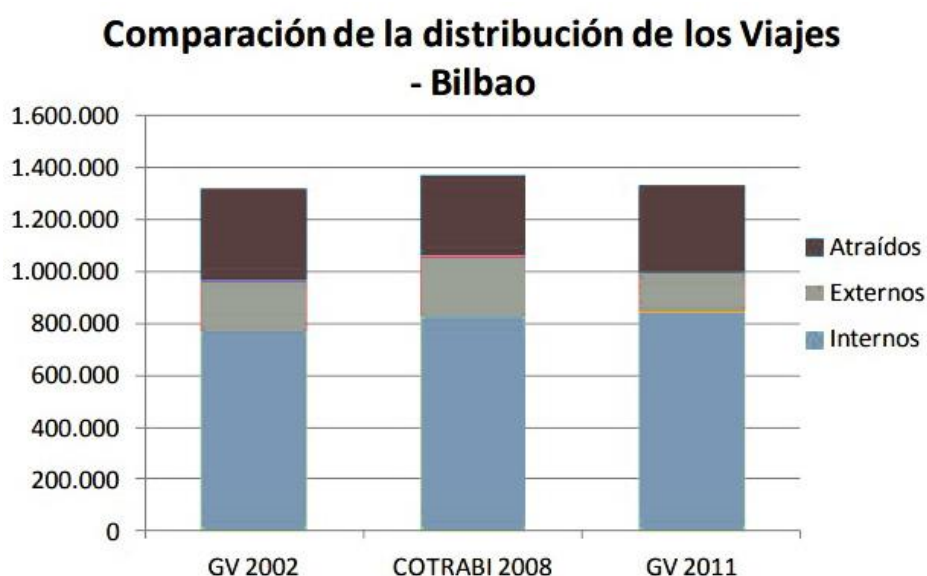


Ilustración 43. Movilidad de Bilbao (interna, externa y atraída) por diferentes estudios.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c)

Dado que la mayor parte de la movilidad es intraurbana se decide analizar la calle a partir de una escala municipal, descartando de esta forma estudiarla a una escala más grande. Además, al ser la Gran Vía Don Diego López de Haro una de las calles más atractivas y demandadas de la villa, por todas las características que se han mencionado hasta ahora, como el tráfico o los usos del suelo, gran parte de la movilidad intraurbana está directamente relacionada con ella.

Otras escalas de trabajo serán las de la propia calle y su zona de afección. A este respecto se ha considerado como zona de afección aquella delimitada por el espacio recorrido durante 10-15 minutos andando, valor que estima el Ayuntamiento de Bilbao como objetivo para tener una buena accesibilidad. Lo que se pretende es que este sea el tiempo máximo utilizado por los ciudadanos para ir de un lugar a otro. Para el cálculo

de esta se tendrán que tomar diferentes valores de la velocidad de la circulación de los peatones en función de la composición del flujo peatonal:

- En el caso de que hasta un 20% de la población sea mayor de 65 años la velocidad media de circulación a pie que se deberá de tomar es 1,2 m/s.
- Si las personas de edad avanzada (mayores de 75 años) constituyen más del 20% la velocidad media se reduce a 1 m/s.
- Una inclinación del 10% también reduce la velocidad en 0,1 m/s.
- En cualquier otra situación se tomará una velocidad media de 1,5 m/s (Vega Zamanillo & Calzada Pérez, 2018).

Por lo que, primeramente, se analiza la edad de los habitantes de Bilbao, y se obtiene la siguiente distribución para el año 2020 (último año de datos registrados):

| Grupo de edad | Población Total | % respecto total |
|---------------|-----------------|------------------|
| 0-15 años | 40.907 | 11,67 |
| 16-44 años | 118.171 | 33,71 |
| 45-64 años | 107.485 | 30,65 |
| > 65 años | 84.064 | 23,97 |
| TOTAL | 350.627 | 100 |

Tabla 26. Población total de Bilbao por edad.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2020a).

La población que se analiza es la de Bilbao y no la del distrito al que pertenece la calle porque se cree que la población que soporta esta calle por las razones anteriormente expuestas es la total de Bilbao, no únicamente la del distrito de Abando. La población mayor de 65 años es del 23,98 %, por lo que la velocidad media de circulación que se utilizará para el dimensionamiento del área de afección de la calle será de 1,2 m/s.

$$\frac{\sum Población > 65 años}{Población total} * 100 = \frac{84.064}{350.627} * 100 = 23,98\%$$

Para asegurarse de que se toma la velocidad correcta correspondiente se halla también el porcentaje de los habitantes mayores de 75 años. Siendo este el 13,03% de la población y, por lo tanto, no superando el valor de 20%, no ha de considerarse una menor velocidad media de circulación peatonal.

$$\frac{\sum Población > 75 años}{Población total} * 100 = \frac{45.671}{350.627} * 100 = 13,03\%$$

En el plano de pendientes de Bilbao se puede apreciar que en el área de estudio no hay pendientes superiores al 10%, por lo que, no habrá que reducir la velocidad media de circulación previamente hallada.

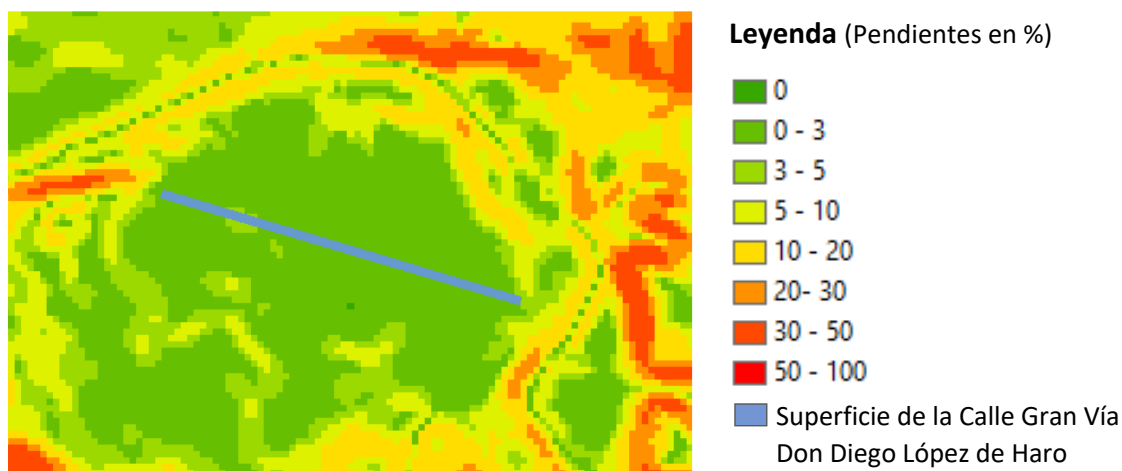


Ilustración 44. Plano de pendientes.

Fuente: elaboración propia.

La distancia que se recorre en 10 minutos a una velocidad de 1,2 m/s es de 720 m, y por lo tanto, la zona adyacente a la Gran Vía que se va a analizar y trabajar es:

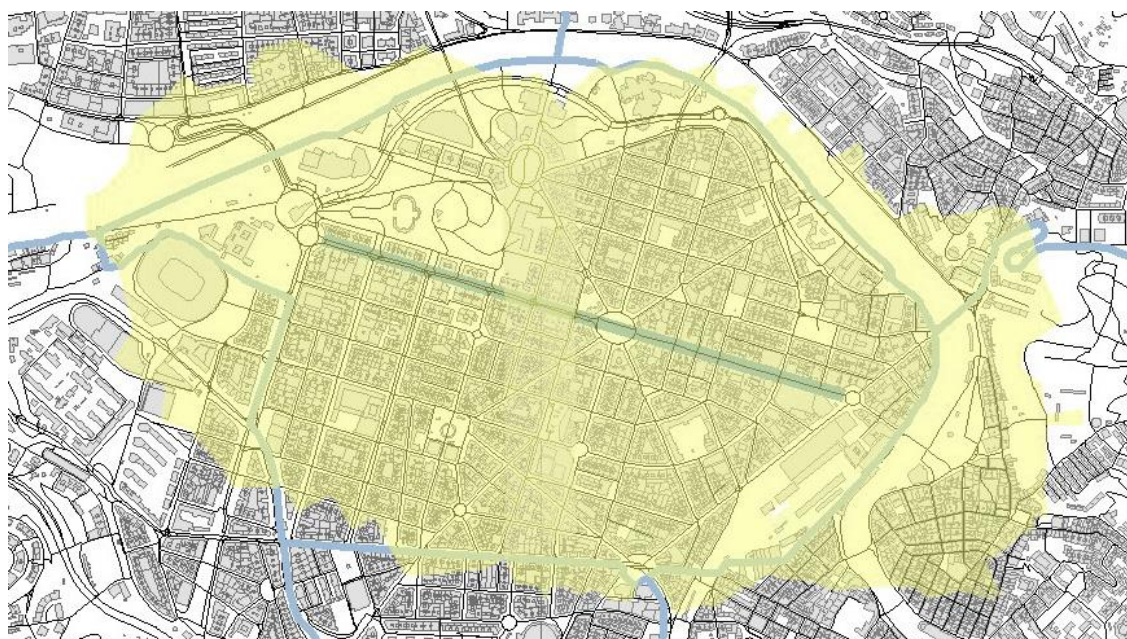


Ilustración 45. Zona de afección de la calle

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía BTA 5000 de GeoEuskadi.

4.2.1. MARCO TERRITORIAL

La superficie total del término municipal de Bilbao es de 4.064 ha (40.641.261 m²) y su altitud media oficial de 19 msnm.

Está situado en la zona central del Área Funcional del Bilbao Metropolitano, siendo limítrofe con los siguientes 8 municipios: Alonsótegi, Arrigorriaga, Barakaldo, Basauri, Erandio, Etxebarri, Sondika y Zamudio.



Ilustración 46. Área Metropolitana de Bilbao y los municipios que la forman.

Fuente: Lekanda Zárraga (s.f.)

Bilbao se encuentra en un valle rodeado por los montes Artxanda y Monte Avril, al norte, y los montes Arraiz, Pagasarri y Arnotegi al sur, que forman el denominado anillo verde, que limita la capacidad expansiva del municipio. La ría del Nervión-Ibaizabal estructura y vertebrata la ciudad, de sureste a noroeste. Por otro lado, el río Cadagua constituye la frontera entre Bilbao y Barakaldo transcurriendo de sur a norte (Ayuntamiento de Bilbao, 2021a).

En cuanto a la calle objeto de estudio de este trabajo, la Gran Vía, se encuentra situada en el distrito de Abando, y su área de afección llega a otros distritos como Uribarri, Deusto, Ibaiondo y Basurto-Zorroza. El área apenas afecta al distrito sur de Recalde, por lo que no se tiene en cuenta en el análisis, y de igual forma ocurre con los distritos de Deusto y Uribarri. Y del distrito de Basurto-Zorroza sólo se considerará el Estadio de San Mamés y la estación de Bilbao Intermodal, grandes generadores de viajes, porque apenas hay espacio en el área marcada de afección a este territorio que no esté ocupada

por el dominio de estos dos elementos. En definitiva, los distritos a los que más afecta esta calle son los de Ibaiondo y Basurto.

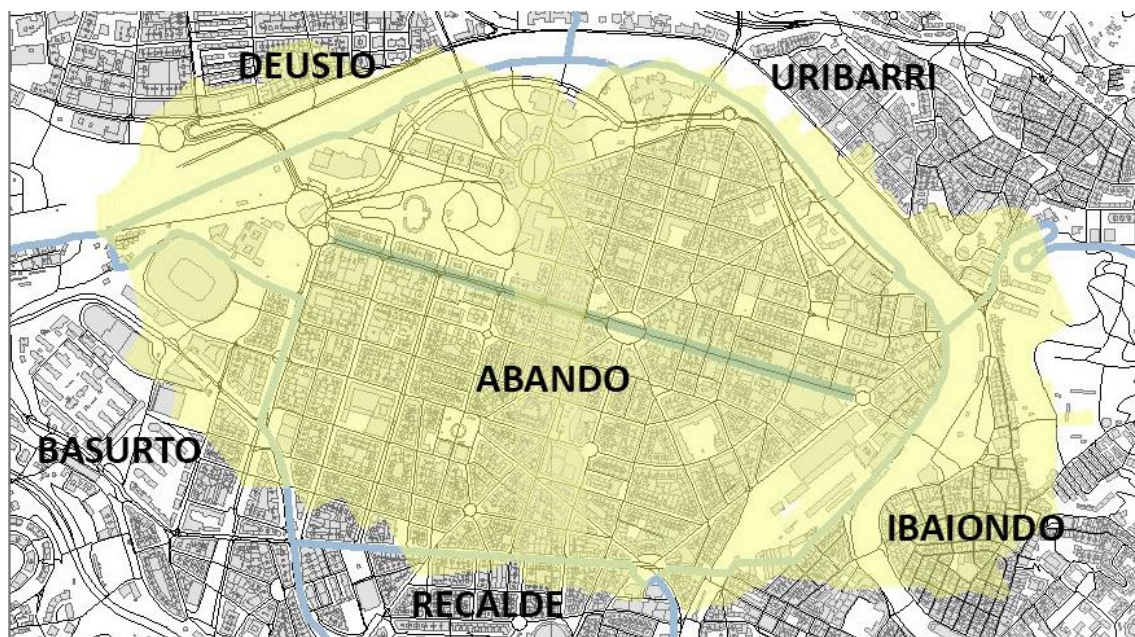


Ilustración 47. Distritos afectados

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía BTA 5000 GeoEuskadi.

El distrito de Abando, en el que se encuentra la Gran Vía, tiene una superficie de 213,75 ha (2.137.500 m²), mientras que el de Basurto-Zorroza cuenta con 710,71 ha (7.107.100 m²), el de Deusto son 498,04 ha (4.980.400 m²), Ibaiondo 959,1 ha (9.591.000 m²) y Uribarri 422,27 ha (4.222.700 m²) (Ayuntamiento de Bilbao, 2021a).

El distrito del centro de Bilbao, Abando, es el más pequeño de entre los nombrados, constituyendo solamente el 5,26% de la superficie del municipio de Bilbao. Entre el total de los distritos, es el segundo de menor tamaño, detrás del distrito de Begoña. El distrito de Abando se encuentra rodeado por todos los demás distritos a excepción del distrito de Begoña, que es el único que no es colindante. Por esto, se sabe que es un distrito muy accesible, gracias a su localización central.

4.2.2. MARCO SOCIOECONÓMICO

En este apartado se analizan, de un lado, las características de la población, en cuanto a la edad y nivel adquisitivo, tanto a nivel de la villa como de los distritos, y de otro, las actividades económicas predominantes. Ello permitirá conocer qué es lo que se demanda en la calle en la que se hará la actuación, de forma que su diseño no solo sea atractivo, sino que también sea coherente con su función.

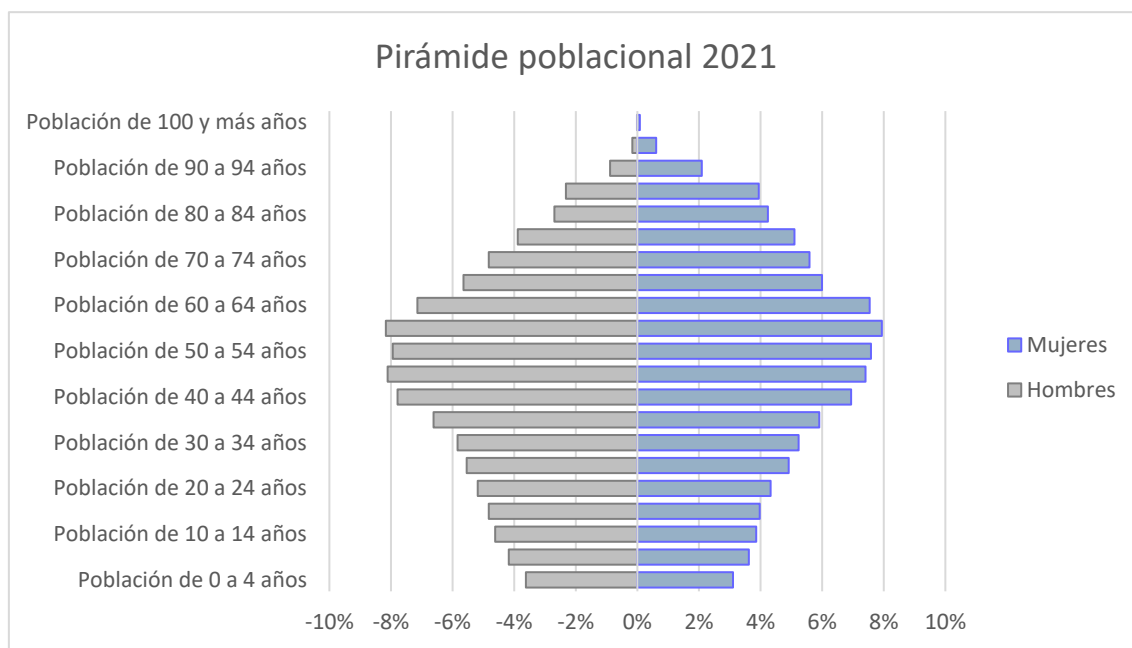


Ilustración 48. Pirámide poblacional de Bilbao 2021.

Fuente: elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Bilbao (2020a).

Hay una pérdida de población infantil y creciente peso del colectivo de más edad. La población infantil, de 0 a 14 años, supone el 11,7 % de la población, bajando de valor respecto de los años anteriores, mientras que la población joven, de 15 a 24 años, tiene una contribución creciente hasta llegar al 9 %. La población adulta, de 25 a 64 años, concentra el grueso de la población, siendo un 55,3% del total, incrementándose el valor por primera vez desde el 2009. Por último, el colectivo de 65 años de edad y mayores sigue aumentando, llegando al 24% del total (Ayuntamiento de Bilbao, 2021b).

Hablando al nivel más concreto del distrito de Abando, se tiene que se trata del segundo distrito más poblado de la villa por detrás de Ibaiondo, aunque cuenta con la mayor densidad de población, (24.322,11 km²). La distribución poblacional es muy parecida al conjunto de la villa, la población infantil de 0 a 14 años es del 11,4%, los jóvenes de 15 a 24 años forman el 9,53%, la población activa que está comprendida entre los 25 a los 64 son el 52,67%, y los mayores de 64 años representan el 26,4%, por lo que las conclusiones son parecidas a las ya mencionadas, añadiendo que es un área densificada (Ayuntamiento de Bilbao, 2020a).

En cuanto al ámbito económico, hay un descenso de la población ocupada residente en Bilbao, más específicamente esta cantidad se reduce en un 2,9%. En consecuencia, la tasa de empleo rompe su tendencia de mejora, siendo en el año 2020 del 47,8%. La población activa baja en un 3,4 %, y la tasa de paro es ahora del 12,6%. El perfil tipo de la persona desempleada es de una persona de 45 y más años que lleva más de 3 años



en paro, probablemente afectados por la situación de la pandemia por la Covid-19 (Ayuntamiento de Bilbao, 2021b).

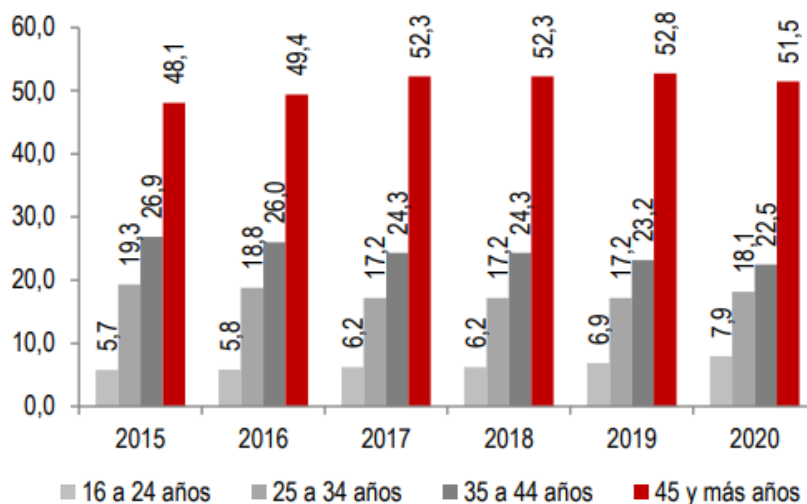


Ilustración 49. Distribución de las personas paradas registradas según grupos de edad.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2021b).

La renta media por habitante es de 21.538 euros anuales, según datos de 2018, por debajo de la media nacional, situada en 27.632 euros (Ayuntamiento de Bilbao, 2020a). No hay datos a escala de distrito, pero se estima que, aunque sean mejores, debido al nivel adquisitivo de la zona, no varíen en grandes cifras respecto a los datos de Bilbao.

Por otro lado, el tejido empresarial de la villa está compuesto principalmente por el sector de servicios, lo que es habitual en las sociedades avanzadas, aunque aquí su peso es especialmente elevado, ya que supone un 86,9%, constituyendo el sector que más ingresos genera en la villa (Ayuntamiento de Bilbao, 2021b).

Como conclusión se puede decir que la población activa de la villa, que es la que se comprende dentro de los 25 a 64 años de edad, es la más abundante y, por lo tanto, los potenciales “clientes” de la Gran Vía. Por supuesto, a la hora de diseñar la nueva ordenación, se tendrán en cuenta el resto de franjas de edad de la población. Además, la población de Bilbao está envejeciendo, algo que también tendremos en cuenta en el diseño en cuestiones de espacios y accesibilidad. Por otro lado, el nivel adquisitivo de los bilbaínos es normal y las actividades terciarias son las que destacan a este distrito, pues es un gran generador.

4.2.4. INVENTARIO DE LA CALLE

4.2.4.1. USOS DEL SUELO

De acuerdo al PGOU de Bilbao, podemos encontrar mucha variedad en los usos del suelo de esta calle: residencial, terciario, equipamientos públicos y zonas verdes. Estos se distribuyen a lo largo de la calle de la siguiente manera:



Ilustración 50. Inventario del suelo: usos del suelo.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoEuskadi y Ayuntamiento de Bilbao (2021a).

En el tramo este (desde Plaza Moyúa hasta Plaza Circular) predomina claramente el uso terciario, el cual supone un 37,57% del total de la calle, siendo el segundo tipo de uso más abundante de toda la calle. El uso terciario genera gran actividad y movilidad urbana. En el oeste (desde Plaza Moyúa hasta Plaza de Sagrado Corazón), mayoritariamente el uso que hay es residencial, el cual constituye el 38,17% del total de la calle, siendo este el porcentaje de uso de más abundante. Por otro lado, se encuentran algunos equipamientos (14,14%) a diferentes alturas de la calle, mientras que el espacio verde propio de la calle es el de Plaza Moyúa, aunque muy próximamente a esta calle, en la parte oeste, básicamente colindando se encuentra el Parque de Doña Casilda, una gran área verde, que hace que los cuatro accesos a él desde la Gran Vía tengan cierta área destinada a espacios verdes, constituyendo un 10,12% del total, siendo el uso que menos se tiene. Todo esto se tendrá en cuenta a la hora de hacer el diseño para satisfacer las necesidades de todos los usos que hay en la Gran Vía.

El uso terciario va ligado a vehículos pesados y operaciones de carga y descarga que habrá que prever. Por otro lado, en el uso residencial se debe de favorecer la conexión intermodal y el tránsito peatonal seguro.

4.2.4.2. EQUIPAMIENTOS Y PUNTOS DE INTERÉS

Los equipamientos son necesarios para el desarrollo de la vida en la ciudad, por ello, deben de tener una buena distribución y la cantidad debe de ser adecuada. Hay distintos tipos de equipamientos, cada uno con una función a desarrollar.

En este punto se enumeran los equipamientos existentes en la calle, así como puntos de cierto interés para a continuación proceder a analizarlos uno a uno y así recoger información útil para el posterior diseño. No se pretende otra cosa que tener en mente cuáles son las necesidades de cada uno de estos equipamientos y elementos de interés y comprobar si son centros atractores de viajes, qué tipo de actividades desarrollan y qué público los visita o acude a ellos.



Ilustración 51. Enumeración de equipamientos.

Fuente: elaboración propia a partir de Ayuntamiento de Bilbao (2021a).

Banco de España

Debido a los servicios que ofrece, este edificio no es generador de grandes movimientos urbanos.

Ilustración 52. Banco de España.

Fuente: elaboración propia.





Palacio de la Diputación Foral de Vizcaya

Equipamiento público cultural de atractivo turístico, ya que ofrece la posibilidad de visitarlo por el interior.

Ilustración 53. Palacio de la Diputación Foral de Vizcaya.

Fuente: elaboración propia.



Delegación Especial de Economía y Hacienda de Vizcaya

Equipamiento colectivo de interés público y social. En este punto hay mucha afluencia de gente, ya que la entrada al edificio comparte espacio con la parada de BizkaiBus.

Ilustración 54. Delegación de Economía y Hacienda.

Fuente: elaboración propia.



Palacio Chávarri

Equipamiento de servicios de interés público y social. Aunque no admite visitas, tiene gran atractivo turístico desde fuera por su arquitectura y fachada.

Ilustración 55. Palacio Chávarri.

Fuente: elaboración propia.



Oficina de Extranjería

Equipamiento de interés público y social en el que a veces se forman colas a lo largo de la Gran Vía.

Ilustración 56. Oficina de extranjería.

Fuente: elaboración propia.



Osakidetza

Equipamiento público sanitario no creador de gran actividad.

Ilustración 57. Osakidetza.

Fuente: elaboración propia.



Gobierno Vasco Delegación Territorial

Equipamiento público de tipo de interés público y social que sí es creador de algo de actividad.

Ilustración 58. Delegación Territorial del Gobierno Vasco.

Fuente: elaboración propia.



Los equipamientos de servicios públicos y sociales, al sustentar actividades que concentran un número importante de gente por sus trabajadores y los habitantes que acuden, tienen que contar con un área suficiente para que cuando se formen colas esto no afecte al tránsito de la acera.

Se echan en falta otro tipo de equipamientos que podrían todavía potenciar más esta calle y aportar variedad, como son, por ejemplo, los equipamientos de tipo cultural (cines, teatros, etc.). En calles adyacentes a la Gran Vía sí que hay tanto equipamientos de tipo deportivo como docente.

4.2.4.3. ESPACIOS LIBRES

Como zonas verdes y otros espacios libres destaca, en primer lugar, la Plaza Moyúa, en el centro de la calle, que sirve de glorieta. Primeramente, simplemente era una glorieta reguladora de tráfico, pero ha sido reurbanizada y ahora además es una plaza de 272 m² acondicionada para ser un lugar de estancia peatonal.



Ilustración 59. Plaza Moyúa.

Fuente: Guía Bilbao (s.f.)

Por otro lado, se tienen los tres accesos de entrada y salida al parque de Doña Casilda en el lado oeste. El parque de Doña Casilda tiene 115.200 m² de superficie y da cobijo a diferentes tipos de actividades, como juegos, deporte, estancia...(Ayuntamiento de Bilbao, 2021a).

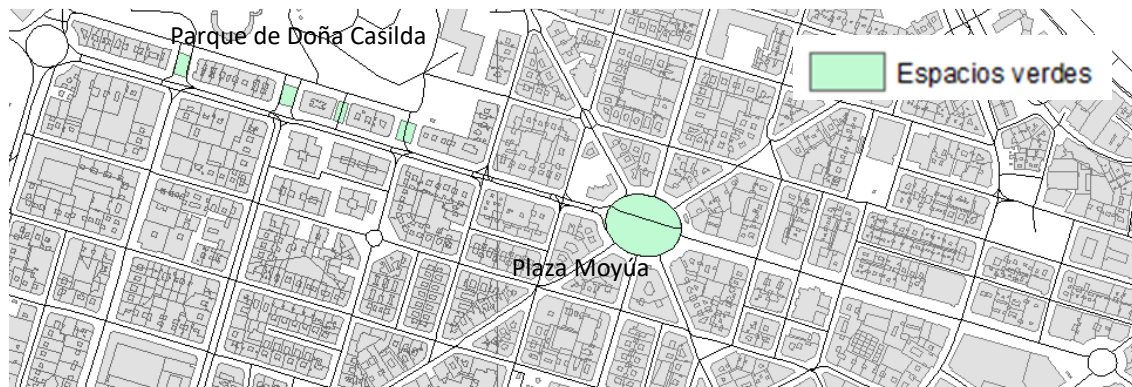


Ilustración 60. Espacios verdes de Gran Vía.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

Estos espacios verdes no se cree que sean grandes potenciadores de los vehículos autónomos ya que están ligados a actividades en las que no se necesita, ni se quiere utilizar el vehículo. Tampoco se cree que este tipo de espacios den cobijo a actividades de espera o estancia mientras los VA se cargan (pudiendo poner cerca de estos lugares cargadores), ya que, para esto, ya hay bajos comerciales y locales hosteleros que se cree que obtendrán más beneficio y por ello será más interesante impulsarlos.



Ilustración 61. Accesos al Parque de Doña Casilda.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, destacar que hay una gran cantidad de vegetación a lo largo de toda la longitud de la calle. Aunque no hay déficit de elementos verdes en esta calle, viendo que se podrá liberar una gran cantidad de espacio, sería interesante incluir vegetación de altura media-baja, ya que, con la única que se cuenta, menos en la Plaza Moyúa, es vegetación de gran altura, árboles tilos, para ser más exactos.

4.2.4.4. EDIFICACIÓN

Se tendrá en cuenta la tipología edificatoria de la zona para que los elementos que se diseñen vayan acordes y respeten el entorno. En esta misma línea, se localizarán los edificios históricos y protegidos para tenerlos en cuenta a la hora de diseñar donde se implantarán los nuevos elementos.

Se encuentran varias tipologías edificatorias en esta calle. En líneas generales, la que claramente predomina en la calle es la edificación en manzana cerrada, constituyendo un 93,67%. Son edificaciones de altas densidades propias del ensanche. Dentro de esta tipología, se encuentran diferentes distribuciones: las manzanas cerradas lineales con patio de luces propio (9,84%), manzanas cerradas poligonales con patio de manzana (6,87%), y la tipología más abundante, las manzanas cerradas poligonales con patio de luces propio (76,97%). Sólo en una ocasión se encuentra una manzana abierta, en la esquina del Parque de Doña Casilda. Por otro lado, aunque en mucha menor medida que las manzanas cerradas, un 3,60% de hecho, se hallan edificaciones aisladas, que, además, coinciden con edificios de especial interés como son el Palacio de la Diputación de Vizcaya, el Palacio Chávarri, y uno colindante con el parque de Doña Casilda.

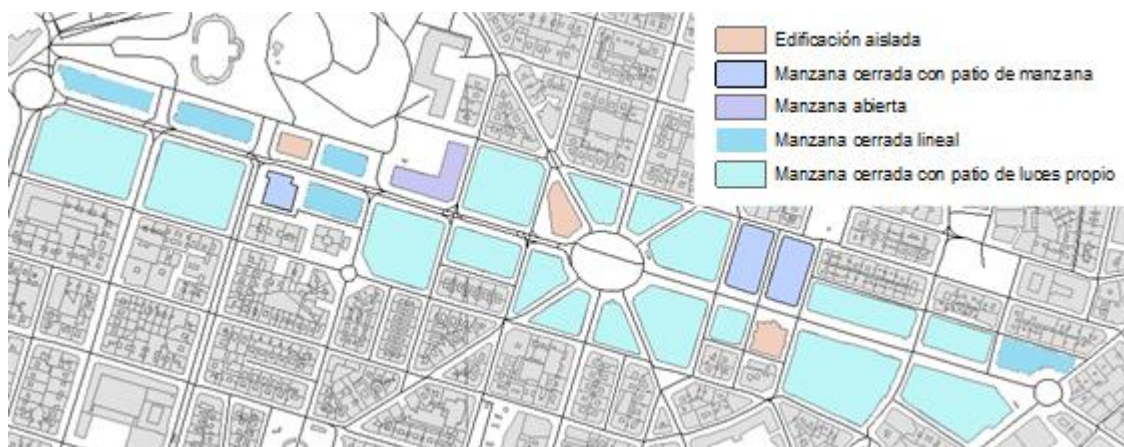


Ilustración 62. Tipología edificatoria.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los edificios, el Ayuntamiento de Bilbao cataloga el patrimonio en cuatro niveles distintos: el A, que son los Bienes de Interés Cultural (BIC), el B que es el Patrimonio de protección Especial, el nivel C para edificios de protección Media y el nivel D de protección Básica. Los niveles B, C y D únicamente hacen referencia a la protección de la envolvente de los edificios, unos en mayor medida que otros, pero a los de nivel A sí que les corresponde con un régimen específico, y por eso se analizan, para ver en cuanto afectará al entorno donde se hará la intervención. Los edificios de nivel de protección A de la Gran Vía son:

- Palacio de la Diputación. Gran Vía Don Diego López de Haro nº25.
- Casas de Ramón de la Sota. Gran Vía Don Diego López de Haro nº43-45.
- Casa Lezama Leguizamón. Gran Vía Don Diego López de Haro nº58-60.
- Hotel Carlton. Plaza Federico Moyúa nº2.
- Palacio de Chávarri. Plaza Federico Moyúa nº5 (Ayuntamiento de Bilbao, 2021a).

PALACIO DE LA DIPUTACIÓN (Ilustración 53)

Según la ilustración que aquí se dispone, tenemos un área a respetar de la Gran Vía por ser parte de la protección de este BIC que sería la superficie barrida de 2 metros a cada lado de la fachada principal hasta la mitad de la calzada.

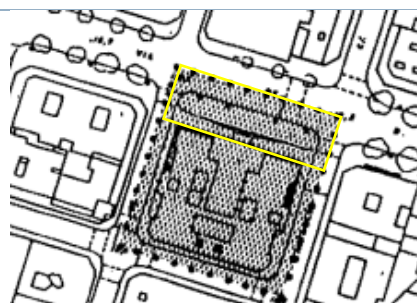


Ilustración 63. Delimitación de Palacio de la Diputación.

Fuente: elaboración propia a partir de (Boletín Oficial del País Vasco, 26 de enero de 1995)



CASAS DE RAMÓN DE LA SOTA

No se encuentra información sobre el grado de protección por lo que, aunque se podrá actuar en sus inmediaciones, siempre se deberá de hacer con respeto.

Ilustración 64. Casas de Sota.

Fuente: elaboración propia.

HOTEL CARLTON

La superficie de protección del Hotel Carlton que afecta en este caso a la Plaza Moyúa llega hasta la mitad de la calzada de esta. Transversalmente este límite lo marca la línea que va por la mitad de las calzadas de las calles colindantes (Calle Elcano y Alameda Recalde).

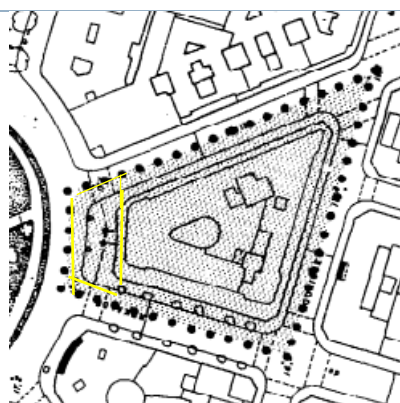


Ilustración 65. Entorno de protección del Hotel Carlton.

Fuente: elaboración propia a partir de (Boletín Oficial del País Vasco, 2 de octubre de 1995)

PALACIO CHÁVARRI (Ilustración 55)

Al igual que el Hotel Carlton este edificio se encuentra en la Plaza Moyúa, y su área de protección es parecida: superficie desde la fachada del edificio hasta la mitad de la calzada de la Plaza Moyúa y transversalmente hasta la línea de la mitad de las calzadas de las calles colindantes, que en este caso son, la propia Gran Vía y la Calle Elcano.

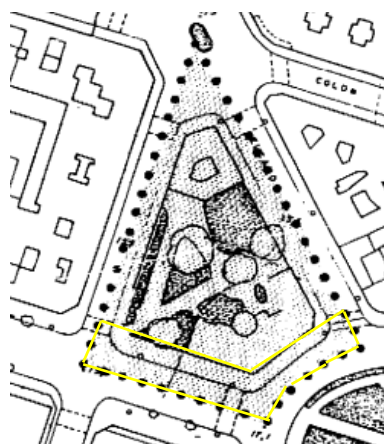


Ilustración 66. Entorno de protección del Palacio Chávarri.

Fuente: elaboración propia a partir de (Boletín Oficial del País Vasco, 23 de noviembre de 1995)

Además de esta área de protección de los BIC, este tipo de edificaciones son grandes generadoras de actividad turística, y por ello necesitan de superficie y elementos urbanos para poder sustentarla.

4.2.4.5. RED VIARIA

El ancho de la calle es de 30 m en toda su longitud. En rasgos generales, hay dos tramos claramente diferenciados. Esta diferencia está marcada tanto por la distribución de los distintos elementos de la red viaria, como por las diferentes actividades que se desarrollan en ellos. Los dos tramos son, el este, el comprendido entre la Plaza Circular y la Plaza Moyúa, y el oeste, desde la Plaza Moyúa hasta la Plaza del Sagrado Corazón.

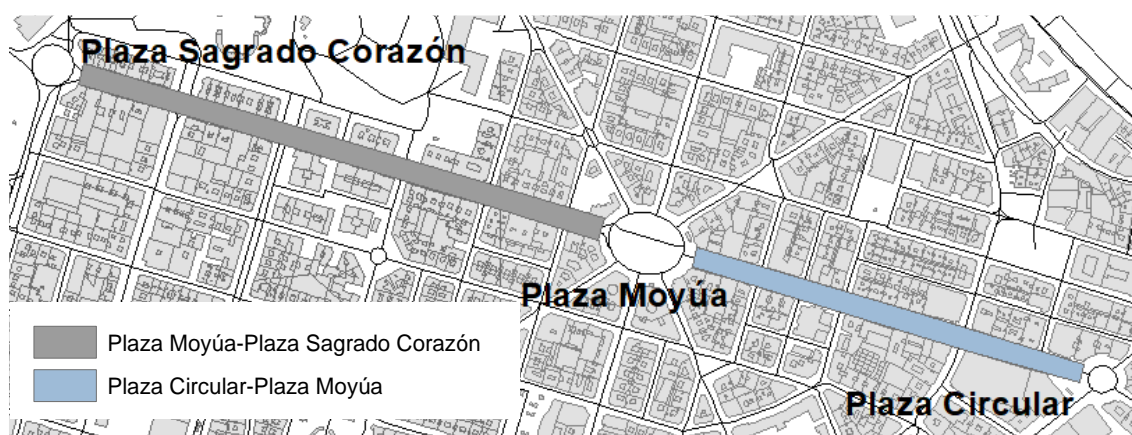


Ilustración 67. Tramos red viaria.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

En el tramo este (Plaza Circular – Plaza Moyúa), en el que previamente ya se ha dicho que hay más actividad terciaria, se le da más importancia a la acera que hay hasta una parte del tramo semipeatonalizado, el que queda comprendido entre la Plaza Moyúa y Alameda Mazarredo. El tramo semipeatonalizado está compuesto por una calzada de doble sentido con un carril para cada sentido. El total de la anchura de la calzada es de 6,4 metros, es decir, 3,2 metros para cada carril, lo que asegura que la convivencia entre autobuses y ciclistas sea segura. Cada una de las aceras cuenta con 11,8 metros de ancho. Albergan zonas de estancia con bancos y de tránsito peatonal, así como elementos verdes, como árboles y maceteros separadores del tráfico. Esto significa que más de un 78% de la calle está destinada al peatón. No hay en las bandas transversales de la calzada ni aparcamientos, ni espacios para contenedores de basura.

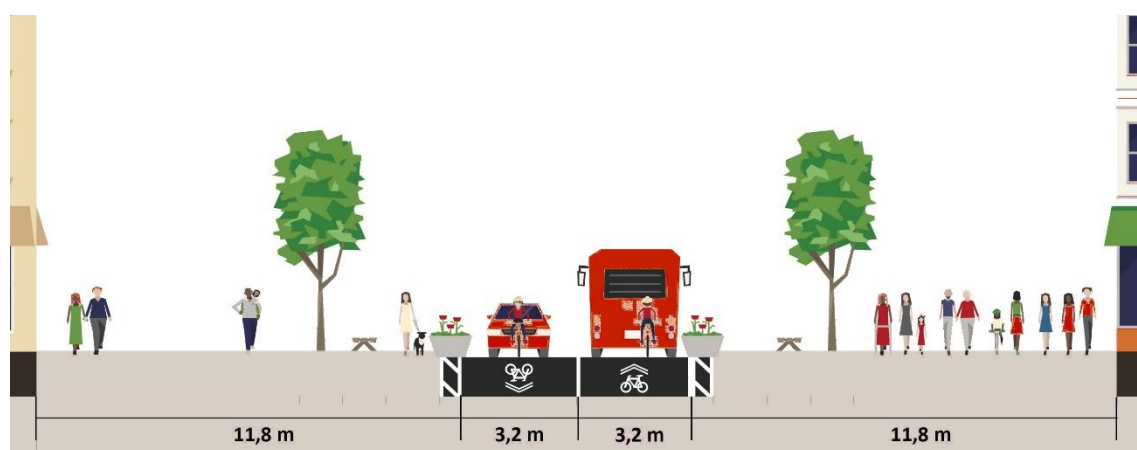
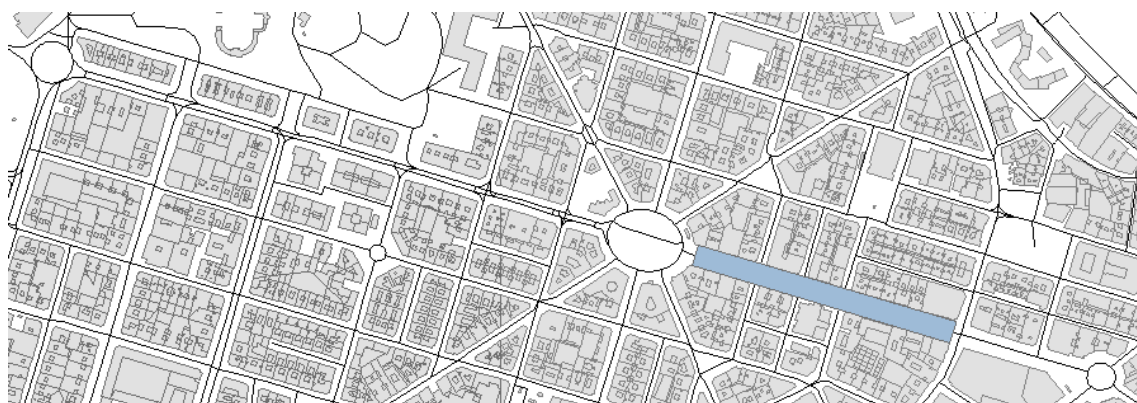


Ilustración 68. Sección situación actual Alameda Mazarredo-Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

De este mismo tramo, la parte que quizá se diferencie un poco es la que conecta la Plaza Circular con Alameda Mazarredo, ya que no está semipeatonalizado, pero, aun así, el peatón tiene mucha presencia. La calzada, con más anchura que antes, tiene 11 metros de ancho, y estos se reparten en 4 carriles de circulación: 3 en un sentido (Plaza Circular - Plaza Moyúa), y un carril exclusivo para autobuses y taxis en el otro (Plaza Circular - Plaza Moyúa). Los dos carriles interiores son de 3 metros de ancho, mientras que los exteriores son de 2,5 metros. Las aceras ocupan 19 metros del ancho total de 30 metros de la calle, repartidos de la siguiente forma: 8 metros para la acera norte y 11 metros para la sur, que además de albergar espacio para la circulación peatonal, sustentan elementos verdes, árboles en concreto. En este caso, se puede ver como el porcentaje de la anchura de la calle destinada al peatón (poco más del 63%) decrece, aunque sigue siendo mayor que el del tráfico rodado. En esta parte del tramo tampoco hay ni estacionamientos a las bandas ni espacios reservados para los contenedores de basura.

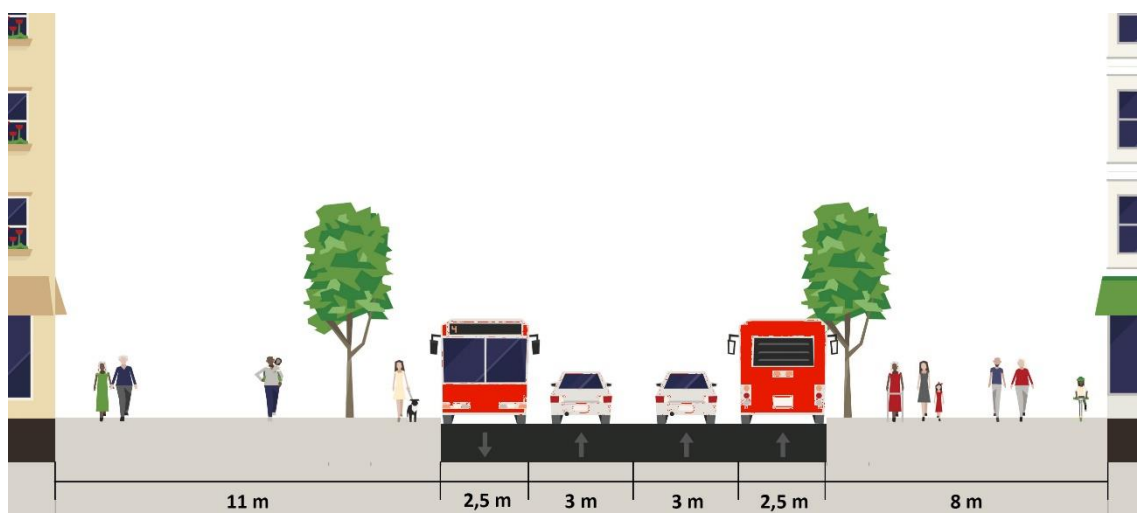


Ilustración 69. Sección situación actual tramo Plaza Circular-Alameda Mazarredo.

Fuente: elaboración propia.

Para diferenciar estas dos partes del tramo hay un cambio en la sección, de forma que en la zona semipeatonalizada, la acera y el carril de circulación están al mismo nivel, mientras que en la otra hay claramente un desnivel entre el carril y la acera, manifestada mediante un bordillo.

Por otro lado, en el tramo oeste (Plaza Moyúa – Plaza Sagrado Corazón) predomina la superficie ocupada por la calzada, debido a la cercanía con la entrada y salida de la ciudad por San Mamés que hace que haya una gran demanda de circulación de vehículos. La configuración de este tramo en toda su longitud es muy parecida y uniforme. Se caracteriza por tener 4 carriles, 2 para cada sentido de 3 metros de ancho cada uno, y que, en total, junto con las bandas de estacionamiento a ambos lados de la calzada de 2 metros, ocupan un total de 16 metros de ancho. Por tanto, a las aceras se les destina 14 metros, repartidos a partes iguales entre la acera norte y la sur, siendo cada una entonces de 7 metros de ancho.

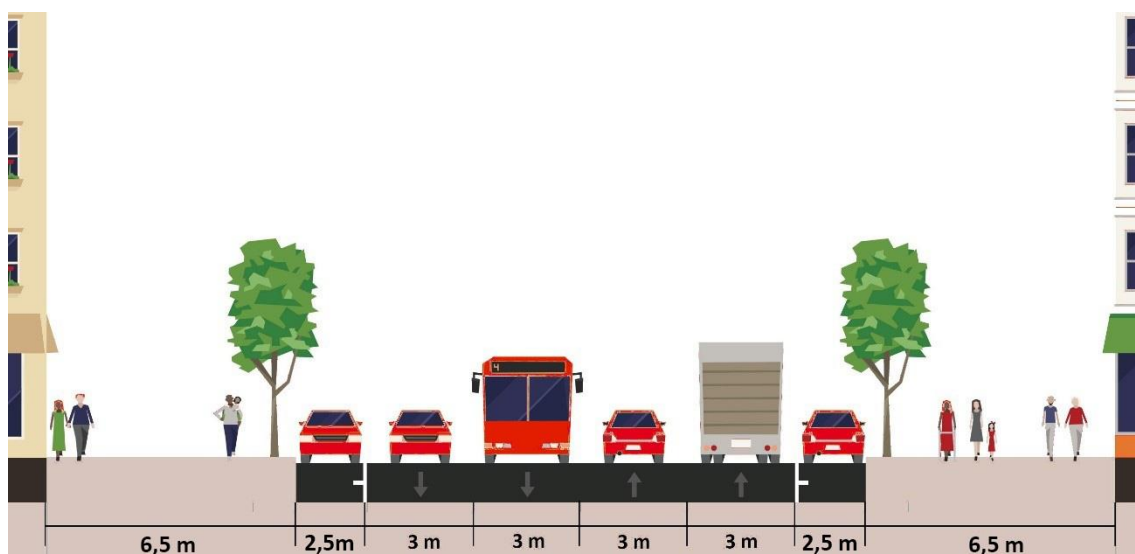
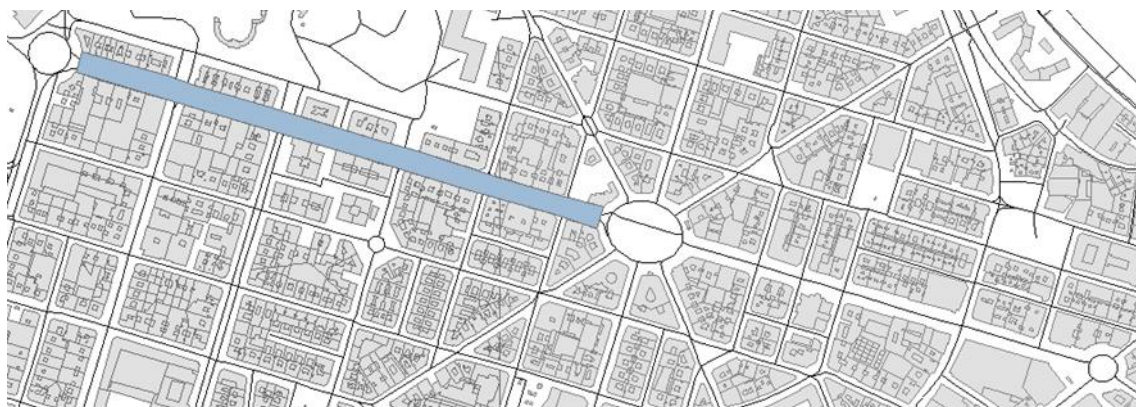


Ilustración 70. Sección situación actual tramo Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.

Fuente: elaboración propia.

A lo largo de todo este tramo, hay plazas de aparcamiento de diferentes tipos. Hay algunos destinados a actividades de carga y descarga, que abundan en la zona cercana a la Plaza Moyúa, por ser la que colinda con las actividades comerciales. Se ven también tres destinados para personas de movilidad reducida. Y, por último, los regulados por OTA de zona azul, mediante los cuales se hace pagar una tarifa en función del tiempo que se está aparcado. Algunos de los espacios laterales de la calzada también están reservados para aparcamientos de organismos tanto públicos como privados, como son las paradas de taxi, o los sitios reservados para los trabajadores de la Delegación de Gobierno o del edificio de Osakidetza. Por otro lado, en algunas manzanas, nos encontramos el espacio ocupado por contenedores de basura.



Ilustración 71. Plano de aparcamientos.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

En cuanto a la Plaza Moyúa, se trata de una glorieta que cuenta con 4 accesos de entrada y 7 de salida, siendo el octavo ramal una calle completamente peatonalizada. La glorieta cuenta con una plaza recreativa en su centro, que sirve de eje de giro a los 3 carriles que soportan el tráfico que entra a ella. Las aceras de la zona son muy estrechas y variables, van desde los 4 metros hasta los 10. Claramente este espacio está destinado al tráfico rodado, pues es mucha más la superficie destinada a los vehículos. En la actualidad, la calzada está formada por 3 carriles, el exterior, de 4 metros, para poder sustentar las maniobras de aquellos vehículos de mayor tamaño, el del medio, de 3,3 metros de anchura, y el interior, de 2,8 metros.



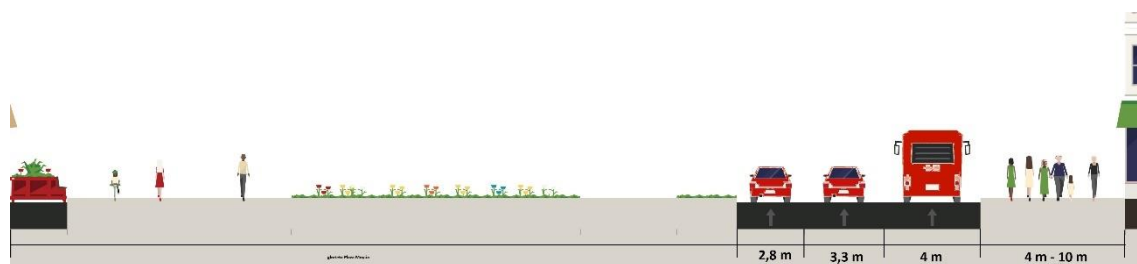


Ilustración 72. Media sección situación actual Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

4.2.5. TRÁFICO Y MOVILIDAD

4.2.5.1. MOVILIDAD PEATONAL

Los desplazamientos a pie son los dominantes en la movilidad interna, siendo muy superior al resto de los modos, tal y como se puede ver en el siguiente gráfico que hasta lo muestra en tres escenarios de tiempo diferentes:

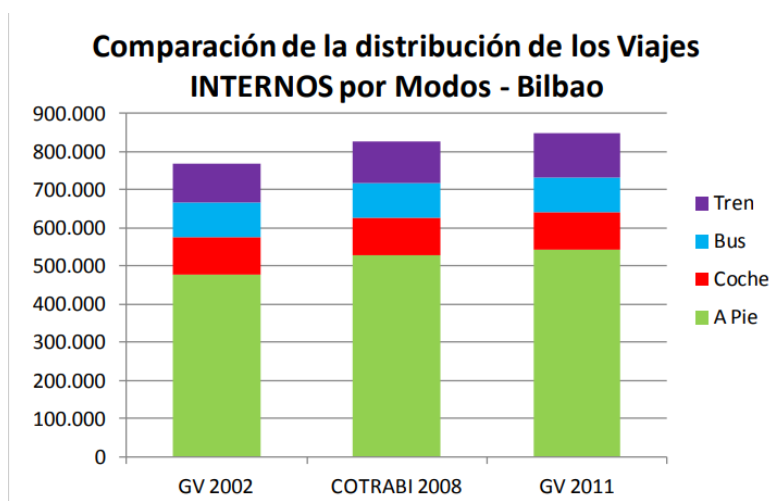


Ilustración 73. Movilidad interna de Bilbao por modo de transporte.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c).

Por otro lado, debe resaltarse que el hecho de que la población esté envejeciendo dificulta estos desplazamientos (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c), pero hay que destacar que la gente de edad avanzada no se desplaza mediante vehículo privado, sino que utilizan el transporte público o los taxis en caso de tener que hacer un largo recorrido.

Además, este medio de transporte es el que menor impacto tiene en el medio, por su nulo consumo de recursos y gran accesibilidad, por lo que se pretende potenciar al igual que en casi todos los documentos de planificación internacionales, nacionales y locales.



Por otro lado, es inevitable, es decir, es complementario al resto de tipos de desplazamiento. Y debido a esto es necesario mantener la red viaria en plenas condiciones y preparada para cualquier tipo de demanda. Por lo que se brinda una especial atención a las personas mayores y de movilidad reducida que son las que más expuestas quedan frente a este y la interacción con los demás medios de transporte.

Atendiendo a un nivel más detallado, los viajes a pie internos de los barrios de Abando e Indautxu (a los que pertenece la Gran Vía), y los viajes entre ellos son abundantes. Por otro lado, también son grandes generadores de viajes de los demás barrios, en particular del barrio de Deusto e Ibaiondo (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

Entre las medidas recientemente tomadas para mejorar las condiciones de movilidad peatonal está la reducción de velocidad del tráfico a 30 km/h, mediante la cual se pretende reducir la siniestralidad de las calles. Son muchas las ciudades que comienzan a implantar esta medida y que obtienen resultados positivos.

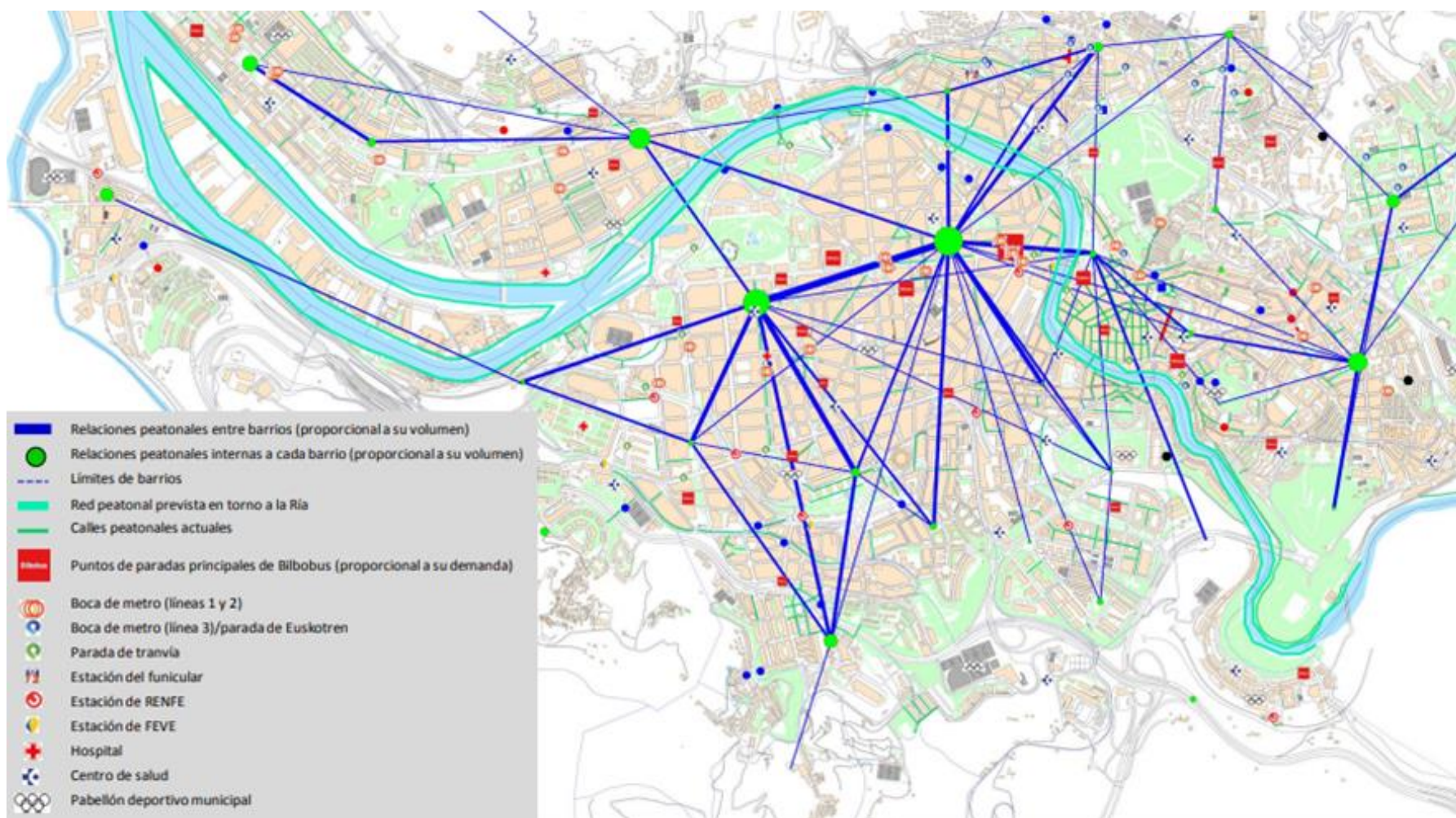


Ilustración 74. Relaciones peatonales intra e inter barrios.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c).



4.2.5.2. TRÁFICO RODADO

El tráfico en el conjunto de accesos a la villa supera los 300.000 vehículos de media diarios, según el PMUS de Bilbao (2018). Una cantidad de tráfico elevada, que ha aumentado desde 2016 después de unos años de decrecimiento. La situación actual del tráfico rodado es compleja, y tiene repercusiones en la calidad de la movilidad peatonal, ya que si se reduce el ciclo semafórico para facilitar el paso de los peatones se agrava la congestión en los accesos, y si se alarga aumenta el tiempo de espera de los peatones y lo que ello conlleva.

Este problema tiene su origen en la decisión de alargar los ciclos de los semáforos en horas punta hasta los 110 segundos, dando así lugar a más capacidad al tráfico. Sin embargo, en horas valle, las noches y los fines de semanas (ya que la mayoría de los viajes en vehículo privado están asociados a desplazamientos por trabajo), los ciclos se reducen a tiempos de 100, 90 y 80 segundos, reduciendo las esperas de los peatones, mejorando sus tiempos de desplazamiento y reduciendo la siniestralidad por evitar que los peatones, cansados de esperar, crucen en rojo. La realidad es que en los túneles de San Mamés hay una situación cercana al límite de la capacidad durante casi todo el día, y por ello, no se reduce el ciclo de los semáforos, afectando de esta manera a todo el ensanche, por la necesidad de la coordinación del sistema semafórico (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

La parte oeste de la Gran Vía, el ramal que va desde la Plaza Moyúa hasta la Plaza de Sagrado Corazón, es la que sufre más este problema, tal y como se puede ver en la *Ilustración 15*, donde se representa la intensidad total (24h) en un día laborable, y se ve que este ramal sufre de congestión.

APARCAMIENTO

Respecto a la dotación total de aparcamientos, el balance es positivo, ya que existen más plazas en viario y garajes que turismos. Solo el 20% de los vehículos privados duermen en la calle, lo que significa que la ciudad tiene en gran parte resuelta la demanda de aparcamiento con plazas de garaje, liberando así el espacio público de superficie.

Más concretamente, en el distrito de Abando existe un superávit de aparcamiento, con un total de 10.517 plazas (*Ilustración 75*), siendo el distrito con la cifra más alta, aunque sea uno de los más pequeños de la villa en superficie (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c). Esto significa que existe muchísimo aparcamiento en vía pública en este distrito que gracias a las capacidades del VA se podrá disminuir en la actuación que sigue.

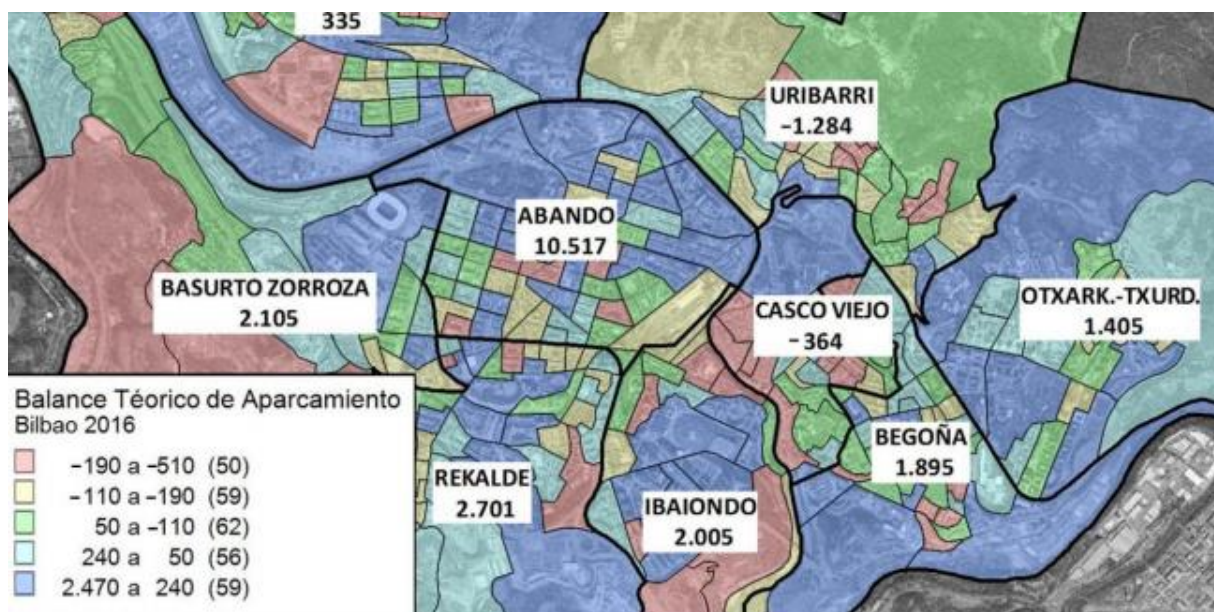


Ilustración 75. Balance teórico de aparcamiento en Bilbao.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018c).

Las zonas colindantes a la calle a analizar presentan en general muy buenos índices de aparcamiento, con ciertas salvedades en la zona circundante a la Plaza Moyúa en las que sí que existe déficit. Con ello, se tendrá una superficie extensa que se podrá liberar en la mayor parte de la longitud de la calle. Además, la mayoría de estas plazas de aparcamiento están destinadas a vehículos privados que se desplazan por trabajo, por lo que, mediante el fomento del transporte público y la mejora de las conexiones, aún se podría disminuir un mayor número de plazas. Con esta liberación de espacio, como ya se ha dicho anteriormente, se puede proceder a reequilibrar el espacio de la calle en diferentes usos, potenciando los modos de transporte no motorizados y la calle como espacio de estancia y relación social.

CARGA Y DESCARGA

La ciudad debe satisfacer la demanda del suministro de mercancías a sus habitantes, y para ello, este tipo de espacios son fundamentales. La distribución a los comercios de las mercancías se hace mediante vehículos automóviles de diferentes tamaños, desde camiones, hasta todo tipo de furgones y turismos. Esta actividad no debe desencadenar ningún cambio en el tráfico.

El proyecto Co-Gistics del Ayuntamiento tras hacer un trabajo de campo establece que, en general, estos espacios son utilizados por los vehículos correspondientes, únicamente el 10% de ocupación es por parte de los vehículos no autorizados. Por otro lado, el tiempo medio de espera es de algo menos de 20 minutos, pero el 16% de los vehículos supera el tiempo máximo de 30 minutos. La oferta de los espacios destinados



a esta actividad es más que suficiente y cubre la demanda satisfactoriamente. En determinadas zonas de comercio a las horas de más actividad se detecta que no es fácil encontrar plazas libres (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

Hay que tener en cuenta que, en la Gran Vía, en el lado este (Plaza Moyúa-Plaza Circular) más concretamente, hay mucha actividad comercial, y por ello hay que considerar la inserción de espacios de este tipo en la propuesta de diseño. La introducción de los VA aportará liberación de espacio que podría estar destinada a la carga y descarga, pero, se cree que una mejor actuación es encontrar el modo de que se cumplan los 30 minutos máximos de estacionamiento, ya que el problema no está en la oferta de estas plazas, que es la adecuada (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

4.2.5.3. TRANSPORTE PÚBLICO

El desplazamiento peatonal a partir de 1-2 kilómetros es inviable, por lo que las alternativas son: o bien la bicicleta o bien el transporte motorizado, que a su vez se ramifica en dos, el tráfico motorizado privado y el transporte público.

El transporte público es menos nocivo que el uso del vehículo privado, por las emisiones, principalmente, pero también hay otros aspectos a tener en cuenta que, ni si quiera el vehículo privado eléctrico puede resolver: mayor consumo de recursos, mayor ocupación del suelo y mayor siniestralidad (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

En nuestra calle tenemos los siguientes tipos de transporte público, que se tendrán en cuenta a la hora de la ordenación y diseño para una optimización de la intermodalidad, así como para fomentar su uso entre la ciudadanía. De esta forma se obtendrán múltiples beneficios, como es la reducción de la contaminación ambiental y por consecuencia, la salud de las personas.

TRANVÍA



Ilustración 76. Red de tranvía.

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía BTA 5000 GeoEsukadi.

El tranvía no incide mucho en la Gran Vía. Habrá que tener en cuenta la estación de Abando únicamente, que se encuentra en la Plaza Circular.

AUTOBUSES



Ilustración 77. Paradas de autobús.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

Hay múltiples paradas de BizkaiBus y BilboBus a lo largo de la Gran Vía, sobre todo concentradas en la Plaza Moyúa, sus alrededores y el tramo de calle adyacente a la Plaza Circular. En función de la actuación que se haga se tendrán que tener en cuenta tanto las paradas como las líneas de autobuses que circulen por esta calle.

TAXI



Ilustración 78. Paradas de taxi de Gran Vía.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

Hay dos paradas en la propia calle, la de en frente de la Delegación de Gobierno Vasco, y la de Plaza Circular. También es interesante percatarse de que en Alameda Urquijo existe otra muy próxima a la Gran Vía.

METRO



Ilustración 79. Línea de metro en la Gran Vía.

Fuente: elaboración propia a partir de cartografía BTA 5000 GeoEuskadi.

La Gran Vía cuenta con dos paradas de metro, Abando y Plaza Moyúa, que cuenta con dos bocas de metro en la calle Gran Vía.

Tiene sentido que se analice todo lo anteriormente expuesto de forma global para estrategias de intermodalidad. Por otro lado, subrayar que es necesario que las paradas



del transporte público cuenten con suficiente espacio para hacer frente a las aglomeraciones de gente que sustentan.

4.2.5.4. MOVILIDAD CICLISTA

Según el PMUS los desplazamientos en bicicleta cubren el total de 5.000 viajes diarios (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c), siendo esto un 1,43% de los viajes internos. La red ciclista actual es la que se muestra en la *Ilustración 36*, y está compuesta por tramos compartidos, en los que las bicis comparten carril con modos de transporte motorizado, y por tramos exclusivos para la circulación de bicicletas.

Ahora mismo está claro que la bicicleta, en proporción a su uso, es el medio de transporte que más está creciendo. Tiene un gran radio de acción, mayor que el peatonal, hace que sea la alternativa a escoger en distancias medias. Además, su impacto ambiental es similar al desplazamiento a pie. Para promover la movilidad ciclista se creó un Plan Estratégico de Movilidad Ciclista 2018-2023, cuyo objetivo principal es definir las actuaciones a seguir para impulsar el uso de la bicicleta en la ciudad, invirtiendo de esta manera la prioridad en la utilización de la red viaria, dando protagonismo a los modos de transporte sostenibles y vulnerables, como son los peatones, los ciclistas y los medios de transporte colectivos por encima de los individuales motorizados.

La jerarquía de la red ciclable se divide en dos:

- Bidegorri/carril bici segregado: Espacio protegido en calles con límite de velocidad igual a 50 km/h. También existe la opción de habilitar en estas calles un carril a 30 km/h utilizable por bicis y medios motorizados simultáneamente, es decir, una ciclocalle.
- Ciclocalles: Calles de limitación de velocidad a 30 km/h con señalización vertical y horizontal que indican la preferencia de los ciclistas. Son calles en las que conviven en los carriles las bicis y el transporte público, o turismos, o peatones. La medida recientemente impuesta de Bilbao a 30 mediante la cual las calles de Bilbao tienen el límite de velocidad de circulación a 30 garantiza la seguridad de los ciclistas en todas las calles de Bilbao.

Hay que destacar la posibilidad de que ambos modos, el ciclista y el de a pie, tengan problemas de convivencia. Además, como ya se ha mencionado anteriormente, la población de Bilbao está envejeciendo, y esto aumenta las probabilidades de que las bicis también creen inseguridad. Por ello, se prevé que la circulación ciclista en vías destinadas a la movilidad peatonal no se permita, a no ser que sea mediante un carril específico para el uso de estas.

De las encuestas hechas por el Ayuntamiento de Bilbao se saca una clara conclusión, y es que no hay una buena oferta de red ciclable en la ciudad de Bilbao. Lo que demandan los ciudadanos es completar la red mediante más conexiones y recorridos y que los recorridos que ya existen estén completos (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c). Se ve que es muy incómodo tener que estar constantemente bajándose y subiéndose de la bicicleta, debido a que la normativa vigente prohíbe circular por las aceras subido a ella. Todo esto será una pieza clave en el diseño y ordenación que se propondrá de la Gran Vía.



Ilustración 80. Red de carril bici de la Gran Vía.

Fuente: GeoBilbao.

Únicamente encontramos un tramo que se comparte con el transporte público, que va desde Alameda Urquijo a la Plaza Moyúa. Aunque es interesante analizar también los itinerarios del entorno de la calle, como los ramales que salen de Plaza Moyúa formados por dos carriles compartidos y uno de espacio compartido con peatón.

Otro elemento del que se tiene que hablar son los aparca bicis. Es de gran importancia garantizar la seguridad de las bicicletas cuando están en este tipo de espacios, por lo que se deberá tener en cuenta el lugar de la instalación y el elemento en sí. Por otro lado, resulta atractivo también para los encuestados que este tipo de instalaciones, junto con los puntos de alquiler, estén cerca de accesos a transporte público, mejorando así la interconexión mediante este tipo de intermodalidad, bicicleta-transporte público (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c). En general, se encuentran muchos aparca bicis, sobre todo en el tramo semipeatonalizado:

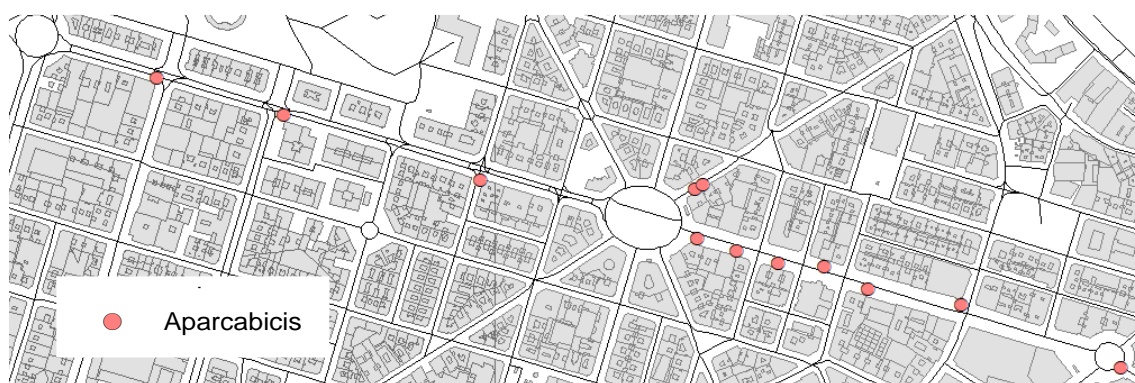


Ilustración 81. Aparca bicis.

Fuente: Elaboración propia a partir de GeoBilbao.

4.2.6. SINIESTRALIDAD

Hay un plan específico de movilidad segura realizado en el año 2007, y se puede decir que está siendo muy efectivo ya que desde el 2006 todos los tipos de siniestralidad han bajado: accidentes con víctimas, accidentes sin víctimas y atropellos (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c). En este documento analizan la siniestralidad detectando los tramos de concentración de accidentes y se exponen distintas medidas para mejorar la situación. Los puntos conflictivos que finalmente se señalan en el Plan de Movilidad Segura son:

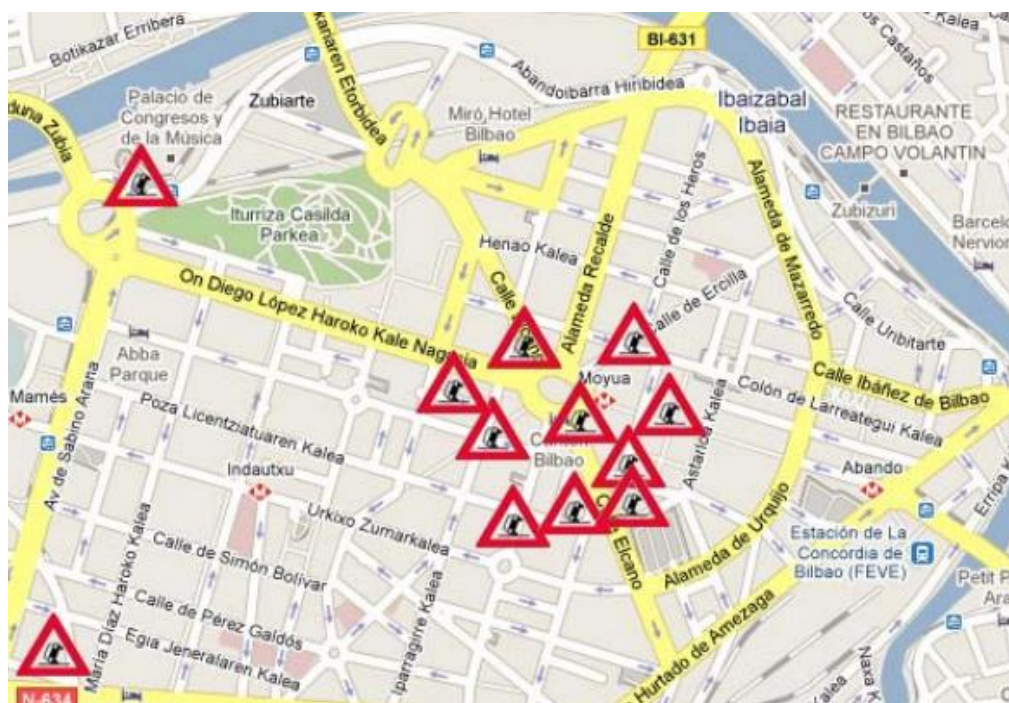


Ilustración 82. Puntos de concentración de accidentes.

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2007).

Como puede observarse, la calle de Gran Vía tiene cuatro puntos conflictivos, y todos ellos se localizan en las inmediaciones de la Plaza Moyúa (de este a oeste):



- Tramo peatonal entre la Calle Astarloa y Calle del Marqués del Puerto.
- Plaza Moyúa, ramal de la glorieta junto al Palacio Chávarri.
- Plaza Moyúa, ramal de la glorieta junto al Hotel Carlton.
- Cruce de Gran Vía con Calle Máximo Aguirre.

Aparte de estos puntos negros, es conocido que en el tramo entre la Plaza Circular y Alameda Urquijo, debido a que esta distancia de 175 metros esta salvada únicamente por dos pasos de cebra en los extremos, las personas suelen cruzar a distintos niveles de la calle.

Los accidentes están asociados a horas valle. La razón de esto es que al no haber congestión los vehículos incrementan su velocidad. Por ello, es necesario introducir elementos de calmado de tráfico, limitaciones más restrictivas de velocidad o medidas para asegurar el cumplimiento de los límites de velocidad (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

Deberá de prestarse mayor atención a peatones y luego a ciclistas, siendo estos los colectivos más vulnerables y hacer actuaciones que permitan alcanzar el objetivo de disminuir la siniestralidad (Ayuntamiento de Bilbao, 2007). Los elementos de calmado de tráfico son los que pueden mejorar la situación actual.

4.2.7. MEDIO AMBIENTE

Este es un apartado de gran importancia ya que tiene un impacto directo en la salud y bienestar de los habitantes. Por ello, se quiere manifestar aquí el objetivo de reducir la contaminación, la mejora de la calidad del aire y la reducción de los ruidos urbanos. Para ello, Bilbao ha elaborado dos planes: Plan de Mejora de la Calidad del Aire y un Plan de Acción sobre el mapa de ruido.

La introducción del vehículo autónomo permitirá mejorar todos estos niveles, ya que se trata de vehículos eléctricos que no son emisores ni de agentes contaminantes ni de ruido.

4.2.7.1. RUIDO

El Mapa Estratégico de Ruido de Bilbao mide el tráfico urbano, municipal e industrial, y los focos de ruido de otras administraciones públicas cuyas emisiones inciden en el municipio, como pueden ser grandes ejes de carretera, tanto foral como estatal, tráfico ferroviario y actividad portuaria.



Dado que el principal foco de ruido es el tráfico viario, la Gran Vía es una de las más afectadas, presentando niveles diurnos entre 75 y 80 dBA. Además, en el distrito de Abando, el tráfico se reparte por todas las calles, por lo que no hay zonas diferenciadas dentro del distrito, permitiendo la convivencia de zonas ruidosas con zonas más tranquilas a las que se les puede destinar el uso residencial (Ayuntamiento de Bilbao, 2018b).

| Tipo de área acústica | Índices de ruido dB(A) |
|--|------------------------|
| Predominio del suelo de uso sanitario, docente y cultural | 60 |
| Predominio de suelo de uso residencial | 65 |
| Predominio de suelo de uso terciario | 70 |
| Predominio de suelo de uso recreativo y espectáculos | 73 |
| Predominio de suelo de uso residencial | 75 |

Tabla 27. Objetivos de calidad acústica para ruido de 7:00 a 19:00

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2018b).

En el caso de la Gran Vía, como consecuencia de los niveles de ruido señalados, derivados fundamentalmente de su papel importante de canalizadora del tráfico interno, no se cumplen los objetivos de calidad acústica (> 75 dBA) para ruido aplicables a áreas urbanizadas según el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (Tabla 27). Por ello, la actuación estará focalizada en reducir las emisiones de ruido para poder llegar así a estos valores de ruido.

4.2.7.2. EMISIONES ASOCIADAS AL TRANSPORTE

La ciudad de Bilbao se ha comprometido en varios tratados a disminuir sus emisiones, en un elevado porcentaje asociadas al transporte. Además de los efectos globales de contaminación, hay que destacar el perjuicio sobre la salud de las personas debido a estas emisiones. Las consecuencias de ello son enfermedades respiratorias y cardiovasculares que incitan a la muerte prematura. Los que más se ven afectados son la población infantil y las personas mayores.

En Bilbao se emiten 191.000 toneladas de CO₂ al año. Los que más aportan a esta cantidad de emisión son los automóviles, y en segundo lugar se encuentra el transporte público, pero en mucha menor medida (Ayuntamiento de Bilbao, 2018c).

Preocupa otro indicador más, los niveles de NO_2 que presentan una tendencia a superar los $40\mu\text{g}/\text{m}^3$ en las vías en las que transcurren grandes flujos de vehículos, entre ellas la parte oeste de la Gran Vía (Plaza Moyúa-Sagrado Corazón) y la Plaza Circular (Ayuntamiento de Bilbao, 2019):

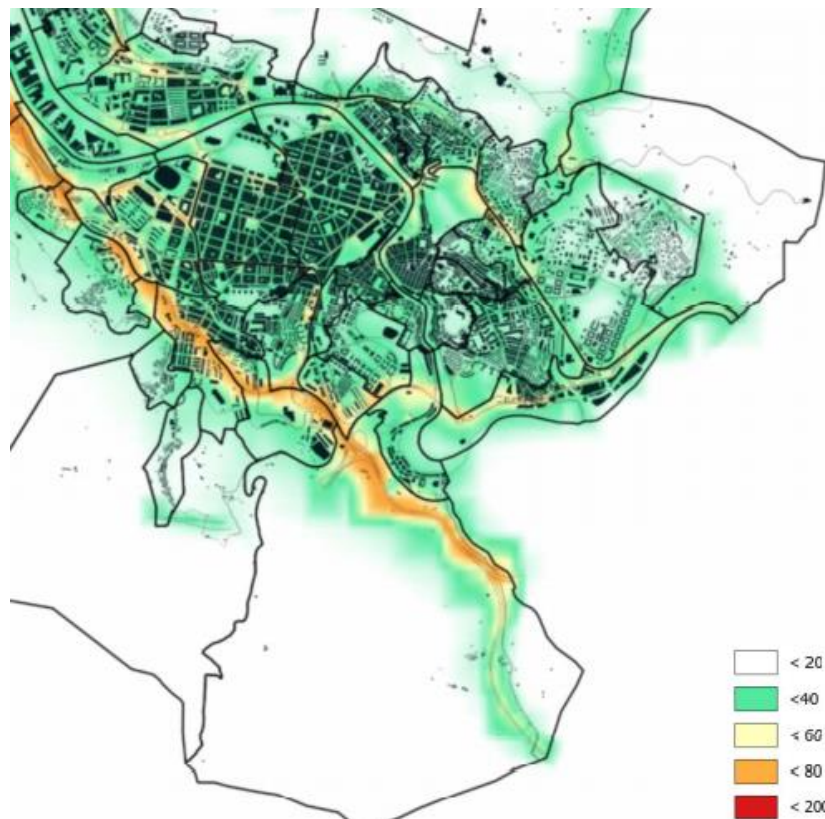


Ilustración 83. Niveles de calidad del aire de NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Fuente: Ayuntamiento de Bilbao (2019)

Se presenta a continuación una tabla resumen de lo que se ha analizado más en detalle en las anteriores páginas, resaltando básicamente el análisis y el diagnóstico al que se llega de cada ámbito:



| | ANÁLISIS | DIAGNÓSTICO |
|-----------------------------|--|--|
| Marco territorial | Distrito de localización central. Punto neurálgico geográfico. | Distrito muy accesible. |
| Marco socioeconómico | Distrito densificado. Población envejecida. Población activa 25-64 años. El sector servicios es el mayoritario. Es un punto neurálgico económico. | Distrito generador de mucha actividad. Debe acomodarse la accesibilidad a la población envejecida. |
| Usos del suelo | En el tramo este de la calle predomina el uso terciario. En el tramo oeste de la calle predomina el uso residencial. | El uso terciario conlleva presencia de vehículos pesados y operaciones de carga y descarga. En el uso residencial hay que favorecer el tránsito peatonal y la conexión intermodal. |
| Equipamientos | La mayoría son equipamientos de interés público y social. | Se necesita que cuenten con superficie suficiente para la creación de colas sin modificar el tránsito peatonal de la acera. Inclusión de otro tipo de equipamientos. |
| Espacios libres | En la propia calle, solo en la Plaza Moyúa, pero es colindante en la parte noroeste con el Parque de Doña Casilda. Vegetación abundante a lo largo de la longitud de la calle, pero no áreas verdes. | Incluir más áreas verdes. |
| Edificación | Varios BIC con entorno de protección. Tipología edificatoria predominante: manzana cerrada de edificios rectangulares con patio de luces. | Además del área de protección de los BIC, necesitan de superficie y elementos urbanos para poder sustentar la actividad turística. |
| Red viaria | Tramos diferenciados a lo largo de la calle. En ocasiones el peatón no tiene suficiente espacio. | Favorecer al peatón y la linealidad y uniformidad a lo largo de la calle. |
| Movilidad peatonal | Modo dominante en la movilidad interna. Barrio de Abando gran generador de movilidad peatonal con los demás. | Aumentar el espacio para la movilidad peatonal mejorando así el nivel de servicio. |
| Tráfico rodado | Asociados a trayectos por trabajo. El ramal oeste de la calle sufre de congestión. | Hacer una mejora en la coordinación de semáforos del ramal oeste. |



| | | |
|---------------------------|--|--|
| Aparcamiento | Superávit menos en las zonas colindantes a Plaza Moyúa que hay déficit. | Eliminación de aparcamiento innecesario. |
| Carga y descarga | Se cubre la demanda, pero en horas punta a veces hay dificultades. | Son necesarios los elementos destinados a esta actividad en el tramo oeste que sustenta mayoritariamente actividades terciarias. Disminuir el tiempo de estancia. |
| Transporte público | A lo largo de la calle se hallan los siguientes medios de transporte público: tranvía, metro, taxi, BilboBus, BizkaiBus. Algunos tramos de calle no cuentan con paradas. | Mejorar la intermodalidad y colocar las estaciones en lugares estratégicos y suficientemente amplios para acomodar la aglomeración de personas. Redistribuir las paradas para dar servicio a todos los tramos de la calle por igual. |
| Movilidad ciclista | Tramo compartido con transporte público desde Alameda Urquijo hasta Plaza Moyúa. Muchos aparcabici pero concentrados. | Completar la red existente con más conexiones y recorridos. Distribuir aparcabici a lo largo de toda la calle. |
| Siniestralidad | Varios puntos negros a lo largo de la vía y en la Plaza Moyúa. | Es necesaria la introducción de elementos de calmado de tráfico. |
| Ruido | El registro de nivel acústico es >75 dBA. | No cumple con los objetivos de calidad acústica. |
| Emisiones | Los automóviles son con gran diferencia los que más CO ₂ y NO ₂ emiten, seguido del transporte público. | Malos indicadores en el tramo oeste de la vía y Plaza Circular. |

*Tabla 28. Análisis y diagnóstico.**Fuente: elaboración propia.*

4.3. ORDENACIÓN Y DISEÑO

Una vez hecho el análisis y el estudio previo de la calle por el cual se recaba información, se diagnostican los problemas, necesidades, potencialidades y puntos fuertes que tiene la calle. En este diagnóstico es en lo que se basan las actuaciones de la ordenación y diseño que se proyectarán, con el objetivo de hacer de Bilbao una ciudad sostenible, segura, saludable e inclusiva.

Por otro lado, habrá que considerar a la hora de realizar la actuación que se tienen ciertas limitaciones, y eso es lo que se pretende recalcar en el siguiente apartado **4.3.1. Marco legal y género**. Además de las limitaciones o condicionantes que el propio medio o los elementos que se introducen pueden tener. Todo ello se tendrá en cuenta y se respetará en el planteamiento de propuestas.



Estas propuestas están centradas en un horizonte temporal de corto plazo (2030), de transición entre vehículos actuales y los autónomos. Además, se prevé que las diferentes actuaciones planteadas sirvan también de soporte y provecho a más largo plazo, cuando todos los vehículos que circulen sean autónomos (2050).

4.3.1. MARCO LEGAL Y GÉNERO

A la hora de hacer el diseño y la ordenación de la calle, es fundamental conocer el marco legal mediante el cual se rige la villa de Bilbao, por eso, en este apartado se pretende subrayar cuáles son las legislaciones que han tenido que ser consultadas, y que, por lo tanto, han sido respetadas. Por otro lado, Bilbao es pionera en introducir el tema del género en su Plan General de Ordenación Urbana, y como se considera interesante para la actuación propuesta también se tendrá presente de cara a la ordenación.

La legislación vigente que se tendrá en cuenta en este trabajo:

- Ley 6/2019 de 9 de mayo de Patrimonio Cultural Vasco.
- Plan de Movilidad Urbana Sostenible.
- Plan de Acción sobre el mapa de ruido.
- Ley 37/2003 de 17 de noviembre del Ruido.
- Plan de Mejora de la Calidad del Aire.
- Plan General de Ordenación Urbana.
- Plan Ciclable de la Diputación Foral de Bizkaia.
- Manual-Guía Práctica sobre el diseño de rutas ciclables de la Diputación Foral de Bizkaia.
- Boletín Oficial del País Vasco de 2 de octubre de 1995.
- Boletín Oficial del País Vasco de 23 de noviembre de 1995.
- Boletín Oficial del País Vasco de 26 de enero de 1995.

En cuanto al género, para conseguir una ciudad igualitaria entre hombres y mujeres y eliminar desigualdades, en el PGOU de Bilbao se proponen las siguientes medidas que serán consideradas en este trabajo a la hora de hacer la ordenación y diseño de la Gran Vía (Ayuntamiento de Bilbao, 2021a):

- El Mapa de la Ciudad Prohibida se tendrá actualizado para ver la evolución de la ciudad y la situación y existencia de puntos negros. Según este documento, no hay puntos negros en la calle en la que se hace la actuación, pero si en los alrededores colindantes, más concretamente en la Calle Particular de Estraunza. Las medidas que se proponen en este documento para mejorar la situación actual son las siguientes (Consejo de las Mujeres de Bilbao por la Igualdad, 2011):



Ilustración 84. Mapa de la Ciudad Prohibida.

Fuente: elaboración propia a partir de Consejo de la Mujeres de Bilbao por la Igualdad (2011).



Ilustración 85. Vista de la calle Estraunza desde la Gran Vía.

Fuente: elaboración propia.

- Accesos a las edificaciones residenciales en las debidas condiciones de seguridad.
- Buena iluminación.
- Cuidar el entorno (mobiliario urbano, árboles y plantas que aseguren un corredor libre de obstáculos).
- Proyectar usos y actividades que hagan que no se interrumpa la actividad.
- Dejar el espacio mínimo necesario de 1,80 m en las aceras para la estancia y el tránsito de peatones, teniendo en cuenta el mobiliario urbano.



- Dar continuidad y seguridad a los itinerarios peatonales.
- Itinerarios ciclistas bien urbanizados, que garanticen accesibilidad y seguridad pero que den prioridad y seguridad a los desplazamientos peatonales.
- La ordenación del entorno urbano compacto y denso, con mezcla de usos y servicio de transporte público.
- Por último, una propuesta propia que puede añadirse a las anteriormente expuestas es que se utilice la señalización de forma inclusiva, tratando de representar en las señales a hombres y mujeres.

4.3.2. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN LOCAL

La actuación que se proyecta queda dividida en cuatro tipologías de actuación. Primeramente, la redistribución viaria, que consta de tres actuaciones diferentes en función del tramo en el que se localiza la intervención. Y después, la inclusión de los elementos urbanos.

Barriendo la calle de este a oeste, el tramo de la Plaza Circular a Alameda Urquijo, se semipeatonaliza, aprovechando de esta manera mucho espacio liberado para dárselo al peatón, el principal elemento de este tramo de la calle dada la actividad comercial de la zona. Además, así, se le da continuidad a la calle, pues el resto de su longitud hasta la Plaza Moyúa está actualmente semipeatonalizado.

En segundo lugar, la eliminación de un carril de la glorieta de la Plaza Moyúa podrá ofrecer continuidad al carril bici y ensanchar las aceras, que actualmente soportan un gran volumen de peatones.

En tercer lugar, la actuación del tramo entre Plaza Moyúa y Plaza Sagrado Corazón se basa en la eliminación de los carriles laterales de aparcamiento en superficie, lo que permite, destinar ese área al ensanchamiento de las aceras y a la introducción del carril bici, apostando así por la continuidad de este a lo largo de toda la calle.

Por último, la introducción de algunos de los elementos urbanos, como los de seguridad, concretamente las medianas, se hacen junto con la redistribución anterior. Pero otros, por ejemplo, los cargadores y los puntos de movilidad se plantean a posteriori, una vez que se sabe la configuración final de la calle y por lo tanto se pueden seguir los requisitos y criterios de ubicación pertinentes.

A una escala global, la proyección final de la calle sería la siguiente:

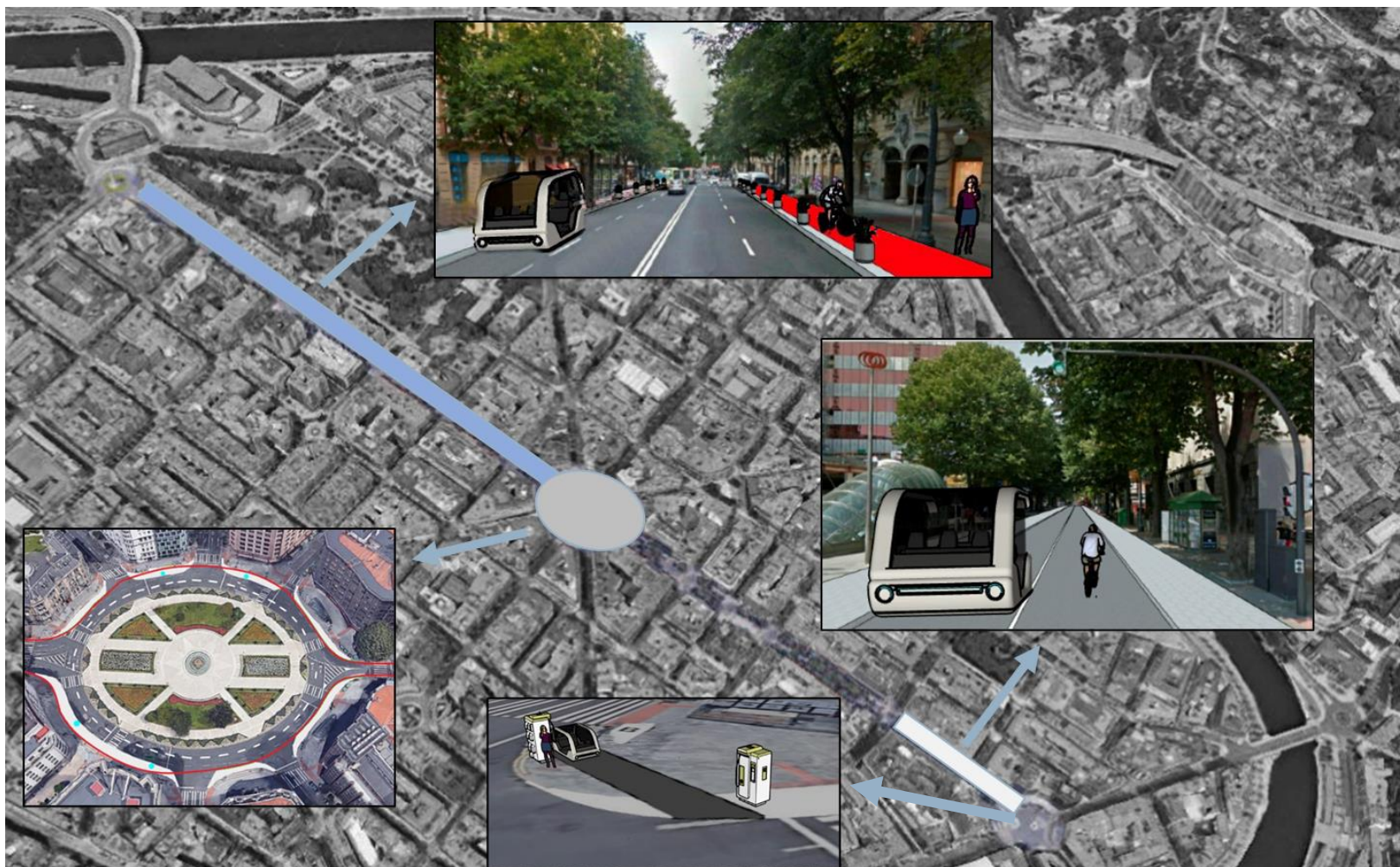


Ilustración 86. Actuaciones en la Calle Gran Vía de Bilbao.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2.1. SEMIPEATONALIZACIÓN TRAMO PLAZA CIRCULAR – ALAMEDA URQUIJO/ ALAMEDA MAZARREDO

La semipeatonalización consiste en acondicionar la vía y habilitar el paso únicamente a autobuses, taxis, peatones y ciclistas, es decir, prohibir la circulación de turismos privados.



Ilustración 87. Zona de actuación de Plaza Circular-Alameda Urquijo.

Fuente: elaboración propia.

La semipeatonalización del tramo comprendido entre la Plaza Circular y el cruce de la Gran Vía con Alameda Urquijo y Alameda Mazarredo se justifica por la necesidad de dotar de continuidad a la calle, ya que el tramo colindante desde dicha intersección ya está semipeatonalizado. Esto también hace que el tráfico en este tramo se haya visto reducido. Además, la gran actividad terciaria de este tramo por la ubicación del Corte Inglés en la manzana sur y demás comercios en la manzana de enfrente, demanda un ensanchamiento de las aceras para dar cobijo a grandes aglomeraciones de gente.

Por otro lado, lo que se pretende con esta actuación es obstaculizar cada vez más al automóvil privado la circulación por el centro de la ciudad, para conseguir así los objetivos saludables y sostenibles fijados. Además, destacar que es una de las propuestas del Ayuntamiento de Bilbao recogidas en el Plan de Movilidad de Sostenibilidad Urbana.

La propuesta de cambio consiste en la reducción de dos de los cuatro carriles existentes, pasando a una única calzada de doble sentido de una anchura total de 6,5 metros (3,25 metros por carril), ya que ahora sólo circularán bicicletas, autobuses y SAVs, que al final, desarrollarán una tarea similar a los taxis actuales (taxis autónomos o a-taxi) y a los compartidos que empiezan a verse en nuestras ciudades. De este modo, se da continuidad a la sección del siguiente tramo ya semipeatonalizado entre Alameda Recalde/Alameda Urquijo y la Plaza Moyúa.

Gracias a la liberación de espacio, se propone un ensanchamiento de la acera. La acera norte, se ensancha hasta los 11,25 metros, cuando su anchura actual es de 8 metros, mientras que la acera sur se queda en 12,25 metros, de los 10,4 metros que tiene en un principio.

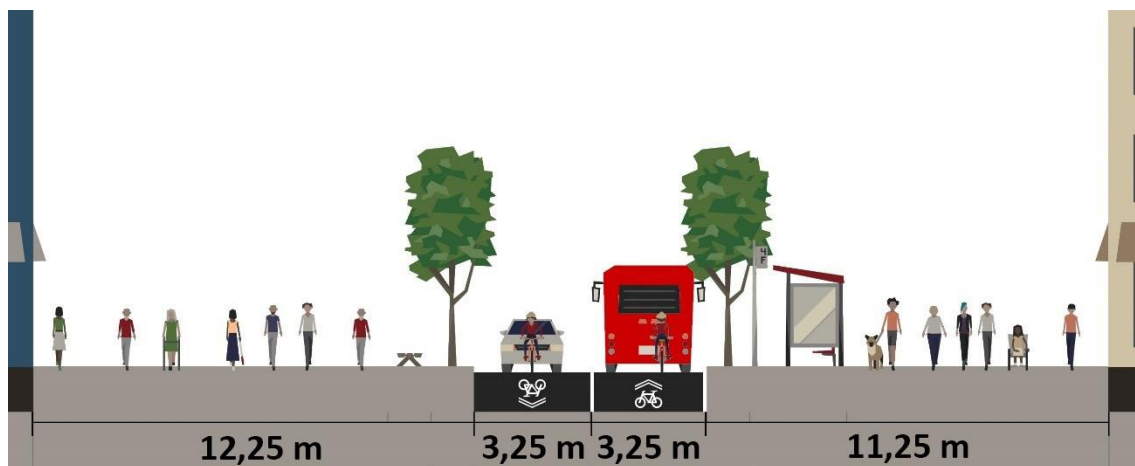


Ilustración 88. Sección actuación Plaza Circular-Alameda Urquijo.

Fuente: elaboración propia.

La superficie destinada ahora para el peatón es de aproximadamente el 78%, lo que supone un incremento del 17%. En ocasiones anteriores, se habla de que los expertos afirman que el espacio liberado que es ocupado en un principio por la calzada es un porcentaje que oscila entre el 12% y 20%, pues en el caso de la semipeatonalización, este porcentaje es mucho mayor, llegando al 40,9%.



Ilustración 89. Antes y después de actuación de Plaza Circular-Alameda Urquijo.

Fuente: elaboración propia.

Para seguir dando servicio de parada de autobuses, pero aprovechar al máximo la superficie para destinarla al peatón, lo que se propone es introducir unos carriles de acceso. De esta forma, también se favorecería a la continuidad de la calle, pues es así como se resuelve el tramo ya semipeatonalizado. Además, también se busca obstaculizar lo menos posible el tráfico de la calzada principal, tanto el ciclista como el vehicular, y seguir dando un buen servicio de transporte público. Por lo que, en aquellos puntos de este tramo donde haya paradas de autobuses, ver [Ilustración 77](#), esto se resolverá, al igual que en el siguiente tramo de la calle ya semipeatonalizado, mediante

carriles de acceso. La geometría de los carriles de acceso que se plantean es la siguiente: estarán formados por un área poligonal trapezoidal, donde el autobús parará para recoger o dejar a los viajeros usuarios. Las longitudes de las bases son 30 metros y 35,2 metros, unidas mediante líneas a 45º que posibilitan la maniobra del bus para entrar y salir del carril cómodamente. La anchura del carril de acceso, por lo tanto, es de 2,6 metros. Respetando las normas de accesibilidad, la distancia de la marquesina al bordillo del carril será de 1,5 metros.

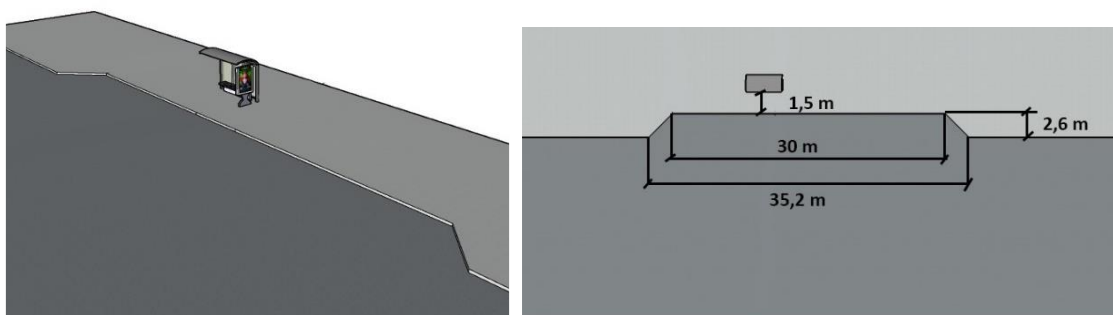


Ilustración 90. Carriles de acceso que se plantean.

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a los semáforos, aunque expertos planteen su eliminación porque ya no serán necesarios gracias a la automatización de todo tipo de vehículos, en esta calle, en la que el volumen de movilidad peatonal es enorme, y, además, durante todo el día, no se cree que esta sea una buena actuación, al menos en un horizonte temporal corto. Si se eliminasen, se cree que, por un lado, que los niveles de siniestralidad aumentarían, y por otro, que las esperas de los vehículos serían muy grandes, lo que haría bajar el nivel de servicio.

4.3.2.2. REDISTRIBUCIÓN PLAZA MOYÚA

En esta propuesta también se plantea cambios en el uso del suelo por la liberación del espacio que se alcanza gracias a la introducción de los vehículos autónomos. Con el objetivo de dar continuidad al tránsito de bicicletas a lo largo de toda la calle, se proyecta un carril bici, separado físicamente del tráfico rodado mediante unas barreras con vegetación de 0,5 metros de ancho, para así incrementar además los elementos verdes de la calle que es algo que en el diagnóstico se subrayaba. Este carril bici de doble sentido se bifurca para dar servicio a cada sentido de circulación a un lado y otro de la glorieta de la Plaza Moyúa.



Ilustración 91. Zona de actuación Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

Además, en la Plaza Moyúa hay tres paradas de autobuses que dan servicio, por lo que en estos casos se proyecta que el carril bici, de 1,5 metros de anchura, pase por detrás de las paradas. En esta actuación se considera fundamental ensanchar la acera, pues es una zona de mucha afluencia peatonal y las aceras no son tan anchas como en otros tramos de la calle. Es por eso que se destina al carril bici la anchura mínima absoluta. Al estar en la acera, no se necesita que el carril bici esté separado, pero previendo la cantidad de personas que son usuarias de esta plaza, se opta por separar los diferentes tráfico mediante una mediana elevada estrecha y verde, de 0,15 metros y, así, procurar que no exista conflicto entre ambas movilidades. Además, previendo las aglomeraciones que las paradas de transportes están acostumbradas a soportar, y para que el carril bici no altere la seguridad de los que están esperando al bus, por invasión del carril bici, las paradas deberán de contar con un espacio suficiente para albergar a estas personas. Para dar acceso a las paradas, habrá que prever dos pasos de cebra en el carril bici también, uno a cada lado de la parada.

Esta actuación de la introducción del carril bici y la del ensanchamiento de aceras es posible gracias a la eliminación de un carril de la Plaza Moyúa. El carril que se elimina va a ser el del medio, que proporciona 3,3 metros libres a redistribuir, que en una sección entera constituyen 6,6 metros. No todas las secciones necesitarán los mismos elementos, ya que en algunas aceras se tienen las paradas de autobuses, mientras que en otras no. Por lo que, las secciones se pueden diferenciar entre aquellas que cuentan con paradas de autobuses, y las que no. La calzada, en todos los casos, constará de dos carriles, el interior de 2,8 metros, y el exterior, de 4, para permitir los movimientos y maniobras a los vehículos de mayor largura (autobuses) y sus paradas. Siendo un total de 6,8 metros por cada mitad de sección lo que se dedica a la calzada, 13,6 metros en la sección completa. Gracias a la actuación, el espacio liberado que pertenecía al ámbito del tráfico motorizado, y ahora no, está entre el 6,03% y el 4,8%.



Ilustración 92. Antes y después de actuación Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

Primeramente, se hablará de aquellas medias secciones en las que no hay paradas de autobuses. En este caso, de los 3,3 metros, 1,5 metros irán destinados al trazado del carril bici, siendo la anchura mínima estricta para sendas-aceras bici unidireccionales. Y es que, en este caso, viendo la situación actual de la Plaza Moyúa en la que prima el ensanchamiento de aceras por la cantidad de personas que se concentran en ellas, se decide no dotar de tanto espacio al carril bici para que las aceras ganen más anchura, permitiendo, a su vez, que el carril bici sea continuo a lo largo de toda la calle. Se destinan asimismo 0,5 metros a la mediana que separa el carril bici del tráfico rodado mediante macetas con vegetación. Por otro lado, se plantea, al otro lado del carril bici,



la mediana de 0,15 metros entre el tráfico ciclista y el peatonal. Todo ello deja finalmente un espacio de 1,15 metros para el ensanchamiento de aceras.

En segundo lugar, las medias secciones que contienen paradas de autobuses, que son 3, tendrán a lo largo de toda su longitud la sección que a continuación se describe. En un primer momento, se piensa en hacer un planeamiento en el que se puede liberar más espacio, haciendo que el carril bici únicamente vaya por el medio de la acera cuando rodee por detrás a la estación de autobuses, pero, dado el poco espacio de acera de manzana, prácticamente ocupado por el autobús en las manzanas norte, no es posible proyectarlo de esta manera. En el caso del lado sur, que sí es más larga, pero que alberga dos paradas, una de Bizakibus y otra de Bilbobus, los autobuses prácticamente también utilizan la longitud entera de la manzana. Además, de esta forma, no se dan curvaturas bruscas al carril bici, que podrían ocasionar accidentes en los ciclistas.

En estos casos, los 3,3 metros liberados se distribuyen en 1,5 metros dedicados al carril bici, 1,6 metros a la banda de servidumbre para la parada de autobús, señalizada mediante paneles informativos en vez de marquesinas, para dar más espacio al peatón. El peatón, en este caso, acaba con 0,2 metros más (*Ilustración 93* donde la variable x representa la distancia actual de la calle). A diferencia del caso con marquesinas, el Manual de la red ciclista (Diputación Foral de Bizkaia, 2002) no proporciona ninguna directriz en cuanto a soluciones con paneles informativos, es por eso que se toma con cierto criterio de accesibilidad que esta anchura sea de 1,6 metros, espacio suficiente para dar servicio a una persona de movilidad reducida. Para conseguir un espacio suficiente, que, de cobijo a todos aquellos usuarios del autobús, el Manual citado sí que señala que la mínima longitud de la base del trapezoide que forma el carril bici sean 18 metros, estableciendo como máximo 24 metros. En este caso, como lo que se requiere principalmente es un incremento de la acera, se establecen los 18 metros, siempre cuidando que los giros del carril bici no sean muy cerrados y pronunciados, para que el paso por este sea lo más cómodo posible.

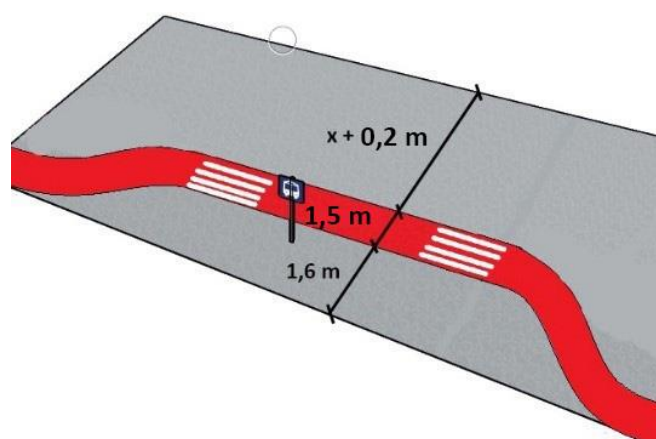


Ilustración 93. Parada de autobús Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

Tampoco es mucha la anchura ganada para el peatón, aunque es importante para facilitar el tránsito peatonal por estas zonas, que son solo de paso. Asimismo, este espacio cuenta con una extensa área, la del centro de la glorieta, reservada para la estancia y paseo de los peatones. Esta vez, no se estima necesaria la introducción de medianas que separen al carril bici, pues va a estar provisto a sus diferentes lados de pasos de cebra para dar servicio a las paradas de autobús, algo que va a mantener al ciclista, y al peatón, alerta.

La sección que a continuación se representa es una mixta, es decir, que cuenta con una parada de autobuses en una de sus aceras, mientras que en la otra no.

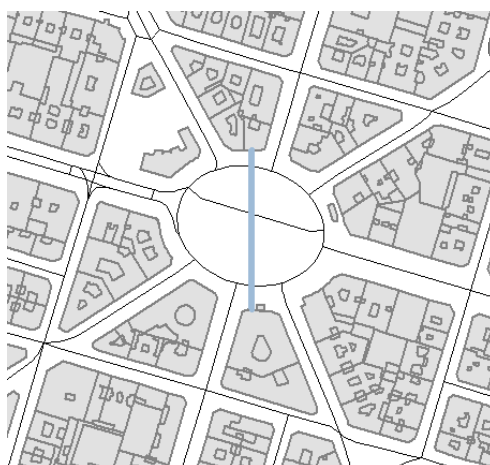


Ilustración 94. Sección mixta actuación Plaza Moyúa.

Fuente: elaboración propia.

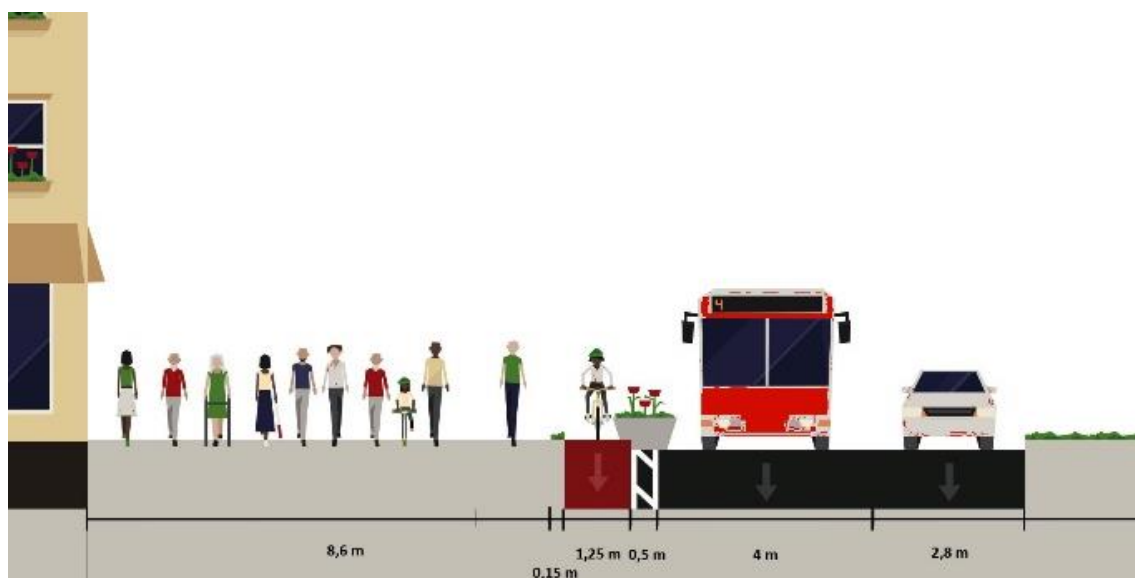


Ilustración 95. Sección acera norte Ilustración 93.

Fuente: elaboración propia.

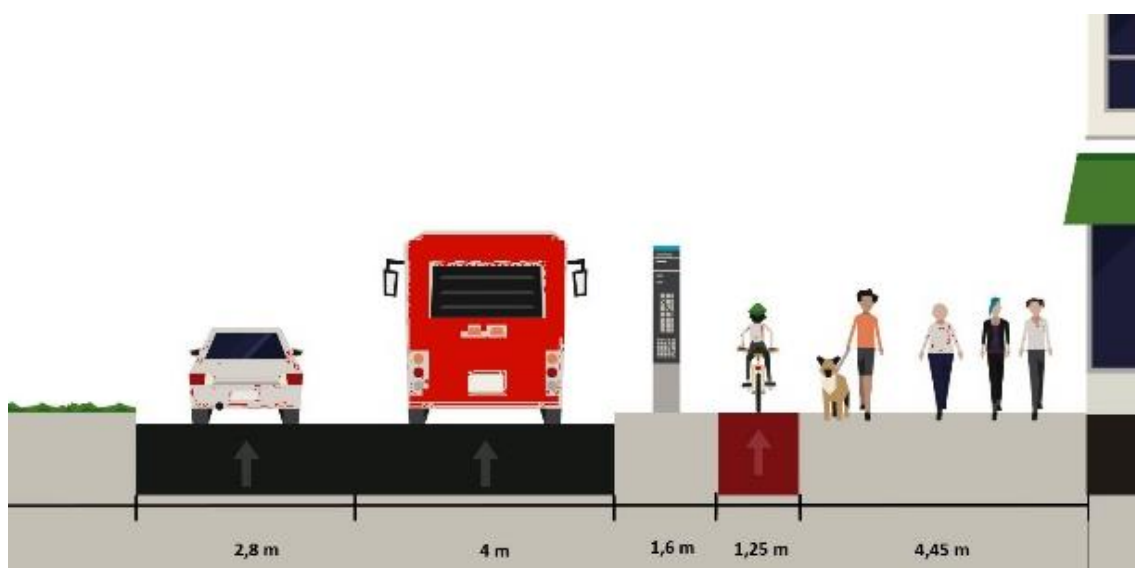


Ilustración 96. Sección acera sur Ilustración 93.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2.3. REDISTRIBUCIÓN TRAMO PLAZA MOYÚA – PLAZA SAGRADO CORAZÓN



Ilustración 97. Zona de actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.

Fuente: elaboración propia a partir de GeoBilbao.

En este tramo se cuenta con bandas laterales de aparcamiento en superficie de 2,5 metros de ancho a cada lado de la calzada (*Ilustración 71*), por lo que esta superficie destinada al aparcamiento -que no va a ser necesaria por las condiciones de los VA- se libera, ganando así 5 metros a redistribuir en toda la longitud del tramo. De esta forma, el espacio que se gana, que en un principio era parte de la calzada, es de alrededor del 17%. Esta vez, está dentro de la horquilla de valores que los expertos manifiestan.

No se considera que sea un acierto eliminar alguno de los carriles destinados al tráfico motorizado, pues este tramo suele sufrir de congestión y es una vía que sustenta las entradas y salidas de la ciudad por San Mamés. Privar a la calle de alguno de los carriles supondría un incremento de la congestión, lo que implicaría, en un primer escenario en el que no todos los vehículos son autónomos, un aumento de emisiones tanto gaseosas como sonoras, algo que va en contra de los objetivos medioambientales y sostenibles fijados. Por otro lado, subrayar que, una propuesta futura, cuando todos los vehículos sí sean autónomos, podría ser la de finalmente eliminar los dos carriles, ya que, en ese caso, no habría emisiones y no se afectaría al bienestar y medioambiente, sino que, se conseguiría reducir el uso del coche en la ciudad, algo que sí que nos acercaría más a los objetivos fijados.

En cuanto a los aparcamientos destinados a la carga y descarga, decir que también se opta por la eliminación de estos, pues como ya se ha afirmado en el diagnóstico, hay una oferta más que suficiente. Además, en las calles adyacentes también hay una gran cantidad de espacio reservado a esta actividad. Por otro lado, en este tramo en el que la actividad comercial y terciaria está en un segundo plano, pues en este tramo prevalecen las residencias y oficinas, se puede prescindir de los aparcamientos de carga y descarga.



En este caso, se da prioridad al carril bici a la hora de ocupar este espacio liberado, pues mediante las actuaciones anteriores se ha planteado el carril bici en el resto de la calle y de esta forma se le da continuidad, que es un aspecto que los ciudadanos de Bilbao demandaban. Además, en esta zona oeste hay una mayor presencia de red ciclable. El *bidegorri* se cruza transversalmente hasta en dos ocasiones con este tramo, más concretamente, en la Plaza de Sagrado Corazón y en Alameda Doctor Areilza. Para proteger al carril bici del tráfico, que, de hecho, en este tramo, como en anteriores ocasiones se ha comentado, es bastante pesado, se utilizarán maceteros que ocuparán 0,5 metros de ancho, aportando así también más elementos verdes a la calle. El carril bici se proyecta de doble sentido en la acera norte. En la acera sur el tráfico peatonal es ligeramente mayor, pero lo que definitivamente impulsa a situarlo aquí es que a este lado están situadas las entradas al Parque de Doña Casilda. De esta forma, se conecta con el parque, tal y como el Plan del Ayuntamiento de Bilbao resalta que es una de sus actuaciones inminentes, conectar los parques de la ciudad mediante el carril bici. La plataforma total del carril bici ocupará 2,25 metros.

En segundo lugar, el espacio liberado sobrante será destinado a la utilización del peatón. Para proteger a estos de la movilidad ciclista, se decide que los árboles, que ya son parte de la sección de este tramo, sean los elementos separadores de ambas movilidades, para que de esta forma no haya conflicto ni problemas de seguridad. Finalmente, entonces, el peatón gana en toda la sección 2,25 metros, lo que en términos porcentuales implica que el espacio destinado al peatón aumenta en un 7,5%, del 43,33% inicial, al 50,83% posterior. La acera sur es la que más se ensancha, llegando a los 9 metros, mientras que la acera norte no se altera apenas, teniendo ahora una anchura de 6,25 metros.



Ilustración 98. Antes y después de actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.

Fuente: elaboración propia.

A lo largo de la calle, hay varias paradas de autobuses a las que hay que dar servicio. Para ello, al igual que en la Plaza Moyúa, en los puntos donde se encuentren estas paradas se hará pasar el carril bici por detrás de la marquesina, no entorpeciendo así a aquellos usuarios que quieren acceder al autobús. El manual de red ciclable (Diputación Foral de Bizkaia, 2002) sí que estima ciertos valores que se han tomado de base para proyectar las dimensiones de la solución. El espacio ocupado por la marquesina y la zona de acceso al autobús entre la marquesina y el borde de la acera será de 2,5 metros de ancho. Para dar acceso a la marquesina, a ambos lados de esta se colocarán dos pasos de cebra de forma que las personas puedan cruzar por ahí el carril bici y los ciclistas presten atención en esa sección.

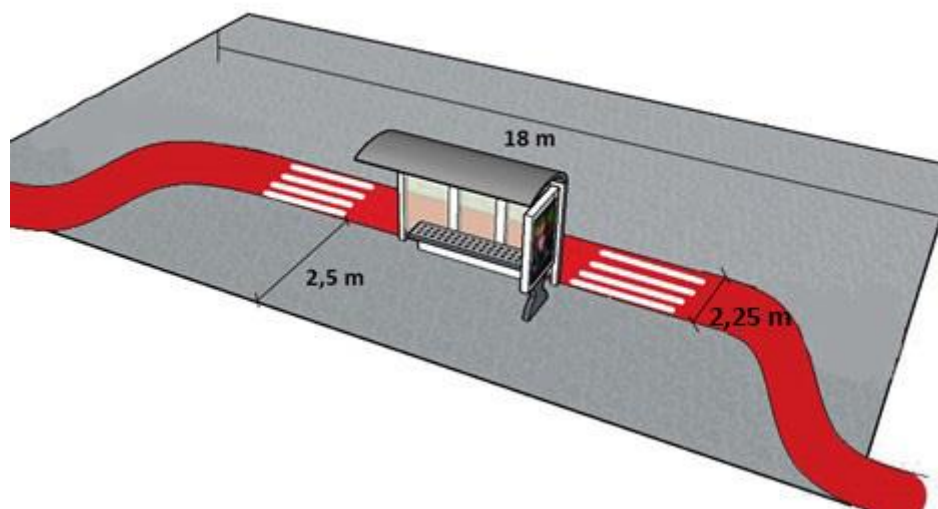


Ilustración 99. Parada de bus tramo Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.

Fuente: elaboración propia.

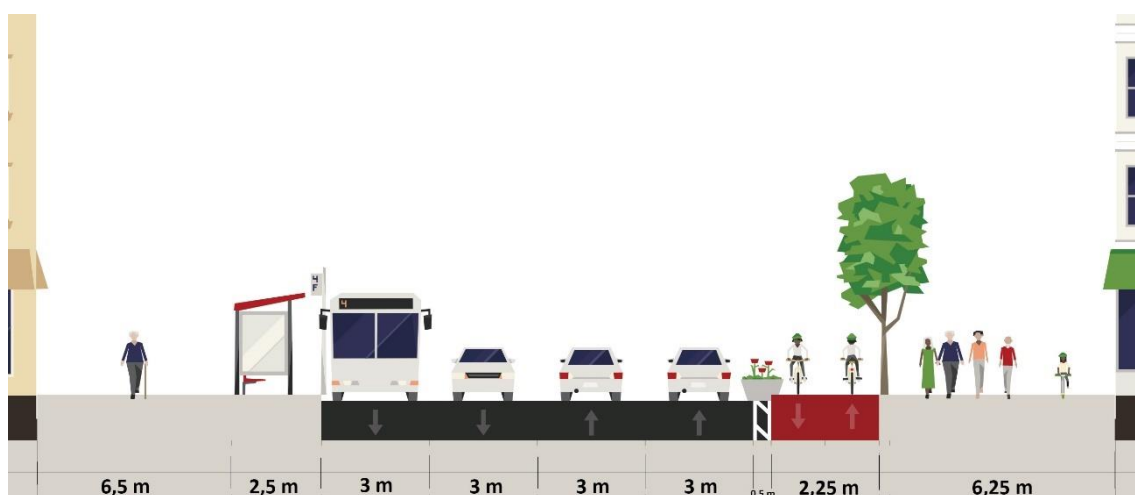


Ilustración 100. Sección actuación Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón.

Fuente: elaboración propia.

4.3.2.4. ELEMENTOS URBANOS

En este apartado únicamente se contempla la introducción de los nuevos elementos urbanos que aparecen en las ciudades por la introducción de los vehículos autónomos, como son, por ejemplo, las estaciones de carga y los puntos de movilidad, los cuales se explican en el apartado *2.3. Propuestas generales de actuación*.

Los demás elementos urbanos, los carriles de acceso y algunos elementos de seguridad, ya se han detallado en los apartados anteriores de la redistribución viaria, pues al final



estos también forman parte de la redistribución viaria y se cree más conveniente, para entender la actuación completa, explicarlos en esos apartados.

ESTACIONES DE CARGA

Algo que se saca en claro de la lectura de la literatura que se ha hecho previamente es que, ahora, en un primer escenario, es fundamental fomentar esta nueva forma de movilidad. Para ello, se apuesta por la motivación y la visualización de esta, y por eso, en un primer momento se plantean 2 estaciones de carga en una de las manzanas de Gran Vía en la Plaza Circular.

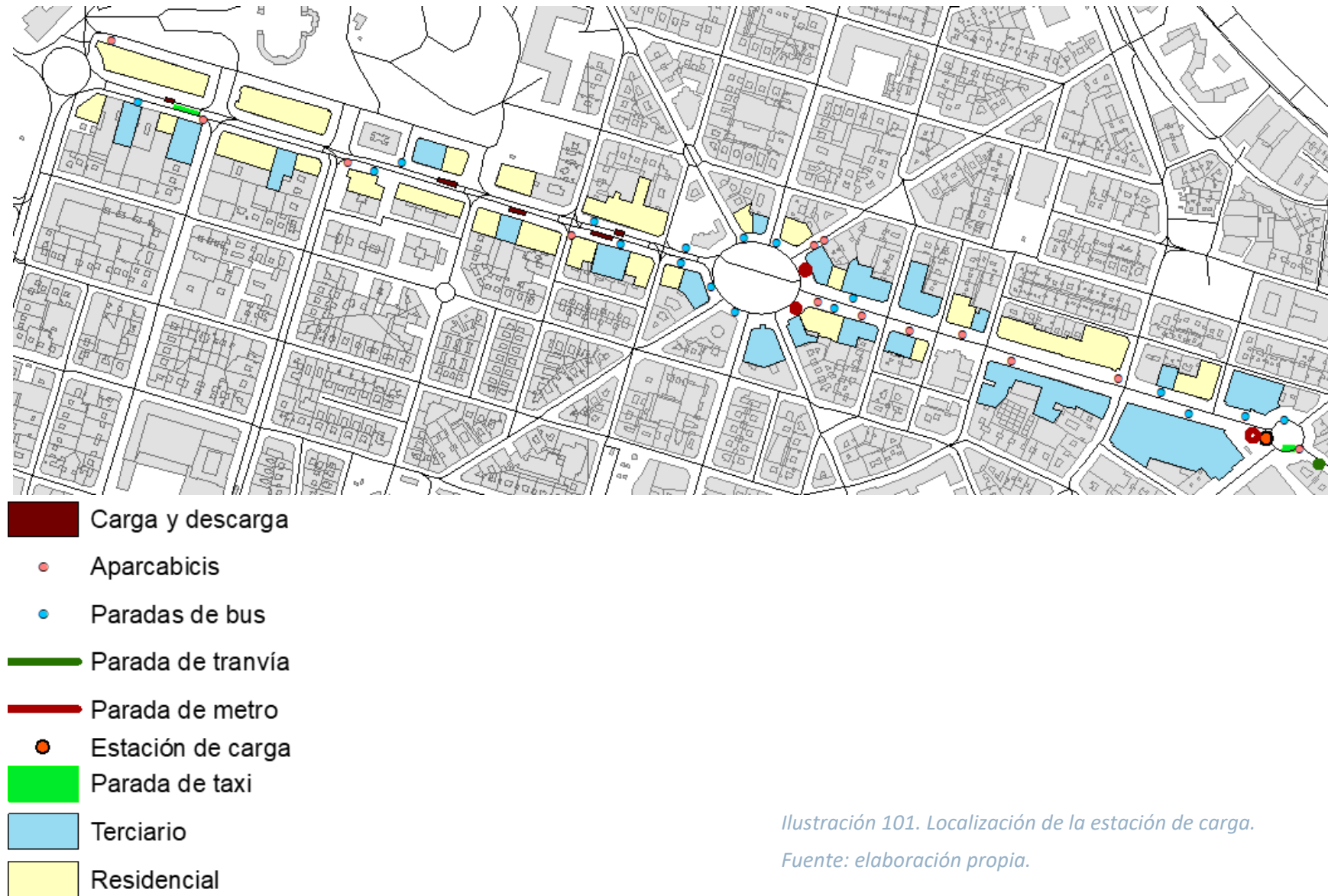


Ilustración 101. Localización de la estación de carga.

Fuente: elaboración propia.

Se elige esta localización, porque, atendiendo a los criterios que se desarrollan en el apartado 2.3.1. *Estaciones de carga*, el lugar es el idóneo. Es un sitio visible, por estar en la glorieta, sin tener alrededor mucha vegetación y está situado en un espacio amplio por el que pasa un tráfico abundante y continuo. Además, está lo más cerca posible de las actividades terciarias y turísticas de la calle, es decir, del tramo este, desde Plaza Moyúa hasta la Plaza Circular, ya que no es posible la localización de las estaciones de carga en pleno área de actividad terciaria en un tramo totalmente semipeatonalizado, por el que no es posible la circulación de turismos privados, que serán los que utilicen estas estaciones de carga. Asimismo, este espacio que está destinado al peatón, actualmente está muy desaprovechado, pues se trata de una zona de paso.

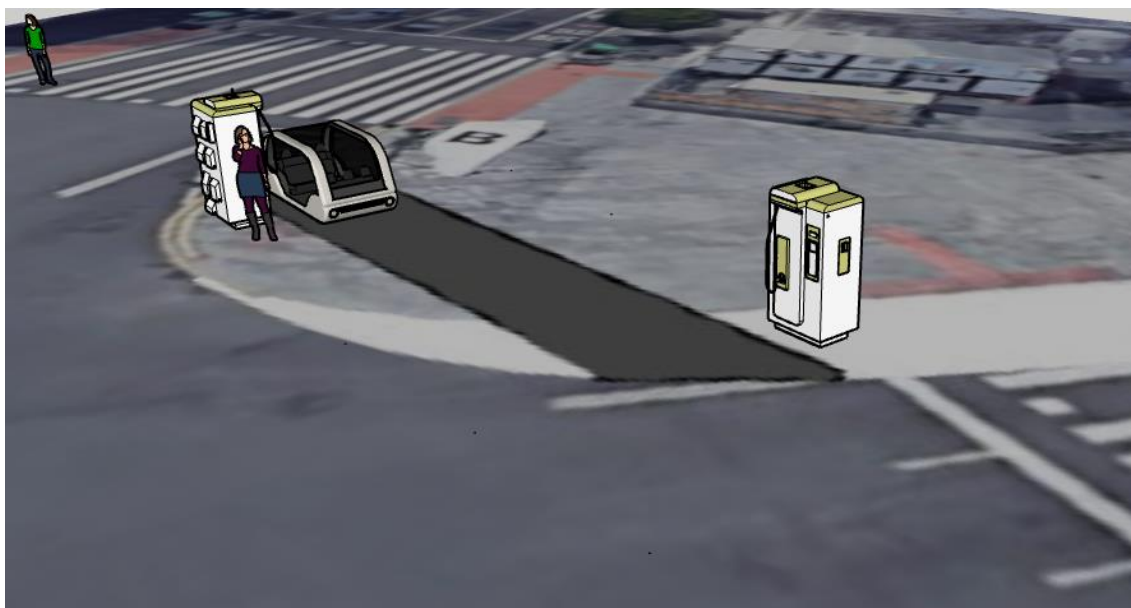
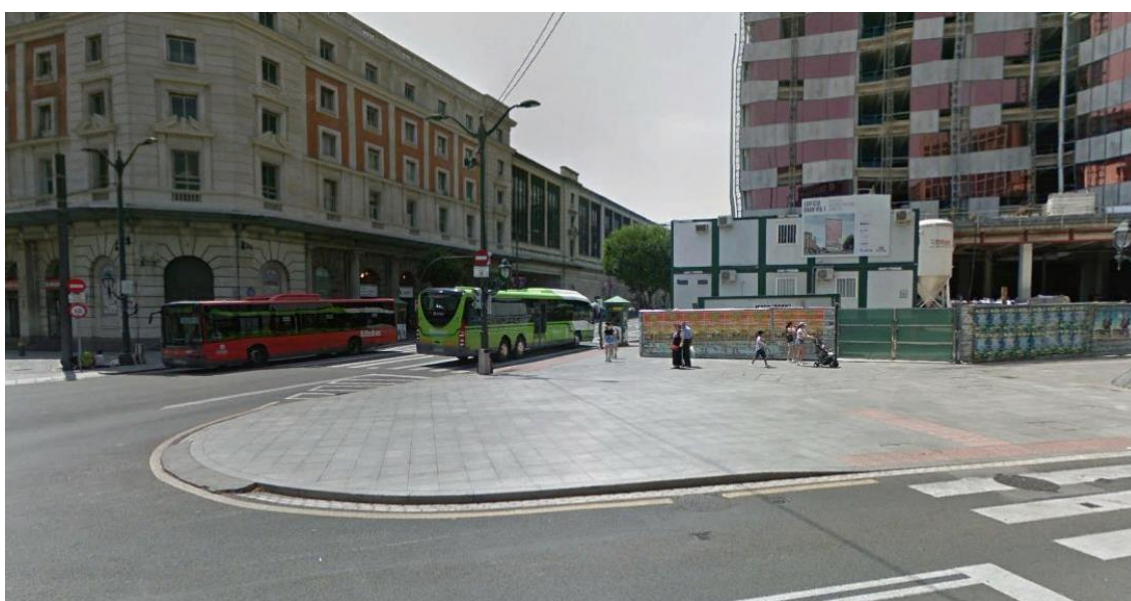


Ilustración 102. Antes y después de introducción de estación de carga.

Como ya se ha comentado con anterioridad, hay diferentes formas de plantear el espacio destinado a la carga en función de la disposición de los coches cuando estén cargándose. En esta ocasión, se plantea que se carguen en paralelo, pues la dimensión del lugar acondicionado para la carga se pretende que sea el menor posible, ya que se está quitando el espacio a la acera, y esta forma es la óptima para esto. Para que los vehículos puedan maniobrar sin problema, se proyecta que el ancho del carril de carga sea de 4 metros. La forma que se plantea es trapezoidal, con las siguientes dimensiones:

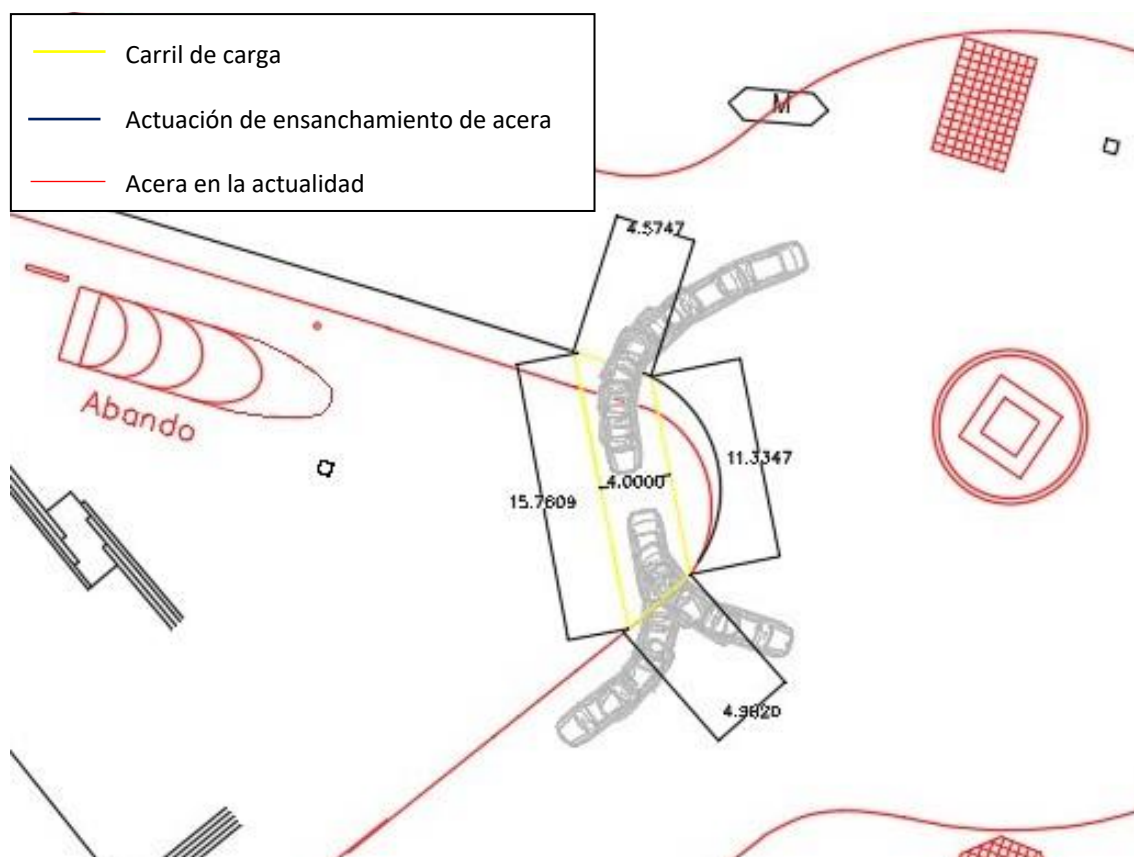


Ilustración 103. Geometría estación de carga.

Fuente: elaboración propia.

Para asegurarse de que las dimensiones son las correctas se ha utilizado el programa civil 3D, simulando así el giro y los espacios que tiene un vehículo convencional de 2 metros de ancho. Efectivamente la plataforma planteada respeta los giros y los espacios, tanto los de acceso desde la glorieta al carril de carga, por el carril externo de la glorieta, como la salida de los coches desde el carril de carga a la glorieta o a la incorporación a la Calle Hurtado de Amezaga.

Más tarde, en un escenario en el que ya todos los vehículos sean autónomos, o la mayoría de ellos, no hará falta la localización de electrolineras en la ciudad, ya que, los



garajes estarán preparadas con cargadores, o incluso, habrá electrolinerías en los parques de aparcamiento de fuera de la ciudad. Por lo tanto, este espacio podría ser aprovechado para otro tipo de uso o actividad que vaya más acorde con los objetivos sostenibles y sociales.

PUNTOS DE MOVILIDAD

Se plantea un punto de movilidad en la parada de taxis del tramo de Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón, en el cual los VA o SAVs puedan recoger o dejar a sus usuarios.

En la longitud de 35 metros que abarca la parada de taxis (*Ilustración 78*), figuran 7 plazas teóricas. Sobre este tramo no se hará ninguna actuación, dejando así operativa la parada de taxis, permitiéndose que también sea un punto de movilidad, es decir, destinar esta área a paradas de vehículos autónomos, tanto privados como compartidos. No obstante, hay que considerar que los taxis automatizados harán disminuir la cantidad necesaria de estos, ofreciendo el mismo servicio, por lo que en un futuro la siguiente actuación podría ser reducir la longitud destinada a estas paradas, liberando así más espacio para destinarlo a diferentes usos.

Se elige esta localización porque atendiendo a los criterios expuestos en el apartado 2.3.4. *Puntos de movilidad*, este lugar es el idóneo. Es un sitio visible en un tramo de la calle que sustenta una considerable cantidad de tráfico. Además, está en la parte de la calle en la que predomina el carácter residencial y las oficinas, como el edificio de Osakidetza, la Delegación de Gobierno Vasco o la Consejería de la Seguridad Social, entre otros. Por otro lado, es un lugar estratégico gracias a la fácil y rápida conexión que ofrece con los demás medios de transporte que están a su alrededor, que son paradas de bus y aparcabicis. A una mayor distancia, pero accesible a pie, también se encuentran las paradas de metro de Moyúa y la parada de tranvía de Sabino Arana. Esta gran variedad de modos de transporte cerca de este punto no hace más que ampliar la cobertura gracias a los posibles cambios intermodales. Por otro lado, tal y como se señala en el apartado 4.3.1. *Marco legal y género*, se diagnostica un problema de seguridad en la calle Estraunza, y alguna de las medidas a realizar para erradicar el problema son, entre otras, fomentar una actividad duradera a lo largo del día y la conexión con el transporte público. Con la implementación de este punto de movilidad en la manzana adyacente, se cree que también se hace una gran aportación en este aspecto.



4.3.2.5. SÍNTESIS FINAL

Con las actuaciones de redistribución de espacio y secciones planteadas en este trabajo gracias a la liberación de espacio que ofrecen los VA, se obtienen los siguientes resultados concretos:

| Actuación | Porcentaje liberado destinado antes a la calzada | Incremento del espacio destinado al peatón | Incremento del espacio destinado al ciclista |
|---|--|--|--|
| Semipeatonalización Plaza Circular-Alameda Mazarredo | 40,90 % | 17,00 % | 21,67 % |
| Redistribución Plaza Moyúa | 6,03 % - 4,80% | 2,3 % - 1,53 % | 3,00 % - 2,00 % |
| Redistribución Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón | 17,00 % | 7,50 % | 7,50 % |

Tabla 29. Porcentajes de liberación de espacio.

Fuente: elaboración propia.

Como ya se ha dicho en ocasiones anteriores, las cifras que los expertos manejan en cuanto al porcentaje de las calles que en un principio pertenece a la calzada y que es liberado, están entre el 12% y 20%. Aunque estos porcentajes varían en función de la calle en la que se hace la actuación, en rasgos generales, lo que se puede afirmar claramente es que la semipeatonalización es el medio más efectivo para conseguir espacio, tanto para la movilidad ciclista como para la peatonal, de hecho, se considera que esto se produce en unos valores muy superiores a los que los expertos prevén. En las otras dos actuaciones, que tratan de la eliminación de un carril de circulación en el caso de la Plaza Moyúa, y de dos carriles de aparcamiento en superficie en el caso del tramo desde la Plaza Moyúa hasta la Plaza del Sagrado Corazón, la liberación de espacio es bastante acorde con lo que los expertos afirman, seguramente, porque la eliminación de carriles, o su estrechamiento, es la principal razón de liberación de espacio que ellos manejan. En el caso de la actuación de la Plaza Moyúa puede parecer que los valores de los porcentajes son bajos, pero esto se debe a la gran extensión de esta plaza, entre los 100 y 150 metros de longitud, que hace que, en el porcentaje, el valor respecto de este total disminuya notablemente.

Como se puede ver en la [Tabla 29](#), se gana más espacio para el ciclista que para el peatón. En un principio, puede parecer contradictorio, pues se ha afirmado a lo largo de todo el trabajo que la prioridad es en el siguiente orden: peatón, ciclista y transporte



público. Pero, en la situación de la Gran Vía, lo que se demanda mayoritariamente es el carril bici, ya que sólo se tiene actualmente un tramo de 360 metros compartido con transporte público, incomunicado, y, además, las aceras ya son bastante anchas.

5. CONCLUSIONES

Los vehículos autónomos son vehículos que gracias a una serie de sensores y cámaras localizados estratégicamente son capaces de funcionar sin la intervención humana, ofreciendo así a sus usuarios la capacidad de hacer otras actividades en lugar de conducir. La utilización de estos vehículos autónomos tendrá diferentes impactos a distintas escalas y en distintos ámbitos (transporte, estructura y forma urbana, calidad de vida), afectando desde a las personas usuarias, hasta a los territorios que engloban las ciudades. Por ello, uno de los objetivos de este trabajo ha sido comprender las principales consecuencias de la introducción de los vehículos autónomos para anticipar cómo se pueden aprovechar en la creación y mejora de ciudades cada vez más sostenibles, inclusivas, resilientes, seguras y saludables.

En atención a la creciente literatura sobre el tema, los vehículos autónomos, que se prevén sean vehículos eléctricos, tienen el potencial de reducir las emisiones contaminantes, los accidentes y la congestión del tráfico. A su vez, van a suponer un gran cambio en las ciudades pues, gracias a ellos, una importante cantidad de espacio urbano, destinado actualmente al turismo privado, como son las plazas de aparcamiento o la propia anchura de la calzada, va a ser liberado, y, por lo tanto, podrá ser destinado a otros usos que mejoren la calidad de vida de sus habitantes. Considerando todos estos impactos y consecuencias, los expertos proponen ciertas actuaciones y medidas para construir las nuevas ciudades en base a estas directrices, que se han tenido en cuenta a la hora de proyectar la actuación en el caso de la aplicación a una ciudad concreta.

La ciudad en la que se aplica el caso de estudio, Bilbao, es una ciudad en pleno desarrollo que se renueva y actualiza continuamente para alcanzar unos objetivos de seguridad y sostenibilidad, queriendo ofrecer a sus habitantes la mejor calidad de vida posible. En este trabajo, se ha llevado a cabo un análisis multicriterio para saber qué calle es la óptima en la que realizar la actuación. Para ello, se preseleccionaron un conjunto de 6 calles atendiendo a criterios globales de tráfico, buena conexión con modos de transporte y con el interior y exterior de la propia ciudad, y la variedad y cantidad de actividades diferentes que sostienen. Después, se establecieron unos criterios en base a los impactos y consecuencias que previamente se habían identificado, ponderados mediante la encuesta a 33 expertos investigadores y profesionales aplicando el método rank-sum. Aunque los pesos resultaron uniformemente repartidos, el tráfico fue considerado el criterio más importante, junto a la coexistencia de varios modos de transporte y la siniestralidad de la calle. Esta encuesta, también sirvió para adelantarse



a la fase del diseño y ordenación, obteniéndose el resultado de que las actuaciones e intervenciones que más demandan los expertos encuestados eran la inclusión o mejora de aceras, carriles bici y espacios verdes. Una vez establecida la puntuación y la forma en la que se obtiene dicha puntuación en cada criterio, se puntuó cada calle en base a cada criterio y se obtuvo que la calle más adecuada para este análisis es la Gran Vía López de Haro.

Esta calle se encuentra en el distrito de Abando, que es un punto neurálgico tanto desde el punto de vista geográfico como económico. Es por ello, que esta calle y, en general, el conjunto del distrito, son generadores de mucha actividad. Sobre todo, en la parte este de la Gran Vía, donde el uso que predomina es el terciario, por ello en esta zona se cuenta con aceras extensas e incluso, un tramo de calle semipeatonalizado. Al contrario, en la parte oeste, lo que predomina es el uso residencial. Por otro lado, también hay una gran presencia de oficinas, de equipamientos públicos y de edificios históricos protegidos. En cuanto a los espacios verdes, únicamente se haya la Plaza Moyúa, y varios jardines a la entrada del Parque de Doña Casilda, aunque, a lo largo de toda la longitud de la calle, abunda la vegetación y los árboles. Es importante destacar que, debido a la cercanía con la entrada y salida de la ciudad por San Mamés, el tramo oeste de la calle, desde la Plaza Moyúa hasta la Plaza de Sagrado Corazón, sufre de una alta congestión. Esta calle cuenta con diferentes medios de transporte: tranvía, metro, taxi, BilboBus y BizkaiBus. Además, en cuanto a la movilidad ciclista, existen muchos aparcabicis, pero la red ciclable solo tiene presencia en el tramo semipeatonalizado, compartiendo la calzada con el transporte público. Por esto, algo que demandan los bilbaínos, es la continuidad del carril bici. La actuación que se hace también tiene en cuenta otros aspectos, como que la calidad ambiental de la calle es baja, ya que supera los umbrales de niveles acústicos y emisiones de gases contaminantes, y los puntos negros, sobre todo en las inmediaciones de la Plaza Moyúa.

La propuesta de actuación planteada ha dado prioridad a la hora de hacer el diseño y la ordenación a los modos activos de movilidad, es decir, la movilidad peatonal y la ciclista. En un segundo lugar se impulsa el transporte público, mientras que se dificulta al transporte motorizado privado, principalmente reduciendo su espacio, pues se cree que este tiene más desventajas que beneficios. Las cuatro actuaciones llevadas a cabo son de dos tipos. En primer lugar, tres actuaciones relacionadas con la redistribución viaria gracias a la liberación de espacio que ha permitido la inclusión y ensanchamiento del espacio destinado al peatón y al ciclista, además de adornar e introducir elementos de seguridad verdes que hagan que todo aquel que transite por esta calle sienta un absoluto bienestar. Sin lugar a dudas, la actuación que mayor espacio libera es la de la semipeatonalización (40,90%), presentando valores muy por encima de lo que los expertos afirman que se liberarán. Por su parte, la intervención, esta vez dentro de la horquilla de valores que se barajan, consiste en la eliminación del espacio destinado al aparcamiento en superficie después de la operación de redistribución del tramo entre



la Plaza Moyúa y la Plaza Sagrado Corazón, también muestra buenos valores de liberación de espacio (17%). Sin embargo, la eliminación de un carril de la Plaza Moyúa no libera tanto espacio (6-5%). La distribución del espacio liberado se destina principalmente a ampliar acera e introducir carril bici, motivando así estas movilidades activas, y aprovechando el espacio. Hay incrementos muy notables en ambas movilidades, obviamente dependiendo de la cantidad de espacio liberado, pero esto no señala nada más que las actuaciones planteadas funcionan para el fin previsto.

Además de la redistribución viaria, se plantea la localización de una estación de carga en la Plaza Elíptica, un lugar muy visible y transitado, que permite la publicidad de los VA en una primera etapa y que, además, es el lugar más próximo a la actividad terciaria. Por otro lado, en el tramo residencial de la calle, en el cual también abundan las oficinas (Plaza Moyúa-Plaza Sagrado Corazón), se habilita la parada de taxis para que también sea un punto de movilidad en el cual los VA puedan ir a recoger y dejar a sus usuarios.

No cabe duda de que la introducción de los vehículos autónomos va a suponer un cambio en las ciudades, cambio ante el cual nos debemos de preparar y anticipar, para conseguir mejorar la situación actual y hacer de las ciudades del futuro espacios urbanos equilibrados, con los medios activos de movilidad, verdes, etc. adecuados para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Para ello, es necesario que el papel de la planificación y ordenación urbana tome fuerza y comience a desarrollarse a niveles y velocidades adecuadas. En la actualidad, existen directrices, trabajos y estudios de planificación y ordenación que focalizan en que ámbitos, condiciones y elementos hay que fijarse para estudiar y hacer propuestas de adaptación para la implementación de los VA, pero todavía son muy pocos. Este Trabajo Fin de Grado pretende aportar una pequeña contribución a este campo.

A la vista de este trabajo, es importante enfocar el estudio en las diferentes actuaciones que se pueden hacer y ver cuál de ellas es la óptima y en qué casos, estudiando las necesidades o problemáticas que se pueden abordar. En esta línea, hay que resaltar que cada ciudad es diferente en cuanto al ritmo, la cultura, las necesidades, problemas o potencialidades que presenta, pero existen unas soluciones comunes, como la semipeatonalización, peatonalización, supresión de carriles, eliminación de aparcamientos, inclusión de carriles bici... que pueden adaptarse y replicarse en cada caso. Lo importante es comenzar ya a planificar de manera proactiva, y para ello, es necesario motivar e impulsar a toda una sociedad a que contribuyan a esta causa.



6. REFERENCIAS

- Ayuntamiento de Bilbao. (2000). *Modelo de Calidad Ambiental en la Gestión Municipal 1999-2000*.
Obtenido de https://www.bilbao.eus/Agenda21/documentos/modelo_99_00.pdf
- Ayuntamiento de Bilbao. (2007). *Plan de Movilidad Segura*. Bilbao.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2013). *Los nuevos accesos a Bilbao*. Bilbao: InfoBilbao.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2018a). *Noticias BIO*. Obtenido de
https://www.bilbao.eus/cs/Satellite?c=BIO_Noticia_FA&cid=1279177206679&language=es&pageid=3012590127&pagename=Bilbaonet%2FBIO_Noticia_FA%2FBIO_Noticia
- Ayuntamiento de Bilbao. (2018b). *Plan de Acción sobre el mapa de ruido*. Bilbao.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2018c). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible*.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2019). *Plan para la mejora de la Calidad del Aire en Bilbao*. Bilbao.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2020a). *Indicadores Socioeconómicos*. Recuperado el 24 de Abril de 2021, de
https://www.bilbao.eus/cs/Satellite?c=Page&cid=1272993141124&language=es&pageid=1272993141124&pagename=Bilbaonet%2FPage%2FBIO_Observatoriolframe
- Ayuntamiento de Bilbao. (2020b). *Indicadores Socioeconómicos*. Obtenido de
https://www.bilbao.eus/cs/Satellite?c=Page&cid=1272993141124&language=es&pageid=1272993141124&pagename=Bilbaonet%2FPage%2FBIO_Observatoriolframe
- Ayuntamiento de Bilbao. (2021a). *PGOU de Bilbao*. Bilbao.
- Ayuntamiento de Bilbao. (2021b). *Situación socioeconómica de Bilbao: Balance 2020*. Bilbao: Bilbao Observatorio.
- Ayuntamiento de Madrid. (2000). *PGOU: Ficha 4.2. Red viaria: Parámetros de diseño de la sección transversal. Madrid*.
- Barredo, A. (2020). El hardware dentro de un vehículo autónomo. *programarfacil.com*. Obtenido de
https://programarfacil.com/podcast/coche-autonomo-estado-del-arte/#El_hardware_dentro_de_un_vehiculo_autonomo
- Boletín Oficial del País Vasco. (2 de octubre de 1995). Declaración de Bien de Interés Cultural del Hotel Carlton., (págs. 11175-11182). Bilbao.
- Boletín Oficial del País Vasco. (23 de noviembre de 1995). Declaración de Bien de Interés Cultural del Palacio Chávarri., (págs. 14169-14177). Bilbao.
- Boletín Oficial del País Vasco. (26 de enero de 1995). Declaración de Bien de Interés Cultural del Palacio de la Diputación., (pp. 1022-1028). Bilbao.
- Boletín Oficial del País Vasco. (jueves 23 de noviembre de 1995). 224, (págs. 14169-14177). Bilbao.
- Booth, L., Norman, R., & Pettigrew, S. (2019). The potential implications of autonomous vehicles for active transport. *Journal of Transport & Health*, 15, 100623.



- Bujedo Esteban, M. (Junio de 2019). Vehículos Autónomos. Trabajo Fin de Grado. Valladolid: Universidad de Valladolid Escuela de Ingenierías Industriales.
- Catastro Bizkaia*. (2021).
- Cohen, T., & Cavoli, C. (2019). Automated vehicles: exploring possible consequences of government (non)intervention for congestion and accessibility. *Transport Reviews*, 39:1, 129-151.
- Consejo de la Mujeres de Bilbao por la Igualdad. (2011). *Mapa de la Ciudad Prohibida*. Bilbao. Bilbao.
- Costa Maia, S., Teicher, H., & Meyboom, A. (2015). Infrastructure as social catalyst: Electric vehicle station planning and deployment. *Technological Forecasting & Social Change*, 100, 53-65.
- Dimitris, M., van Arem, B. & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21:4, 324-348.
- Diputación Foral de Bizkaia. (2002). *Manual-Guía práctica sobre el diseño de rutas ciclables*.
- Estudio-k. (2017). *Avance de la memoria de la revisión del plan territorial parcial del área funcional de Bilbao metropolitano*. Bilbao: Departamento de transportes, movilidad y cohesión del territorio.
- Fagnant, D., & Kockelman, K. M. (2014). The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, 1-13.
- Farrels. (2016). *Autonomous vehicles and future opportunities*. Obtenido de <https://www.wsp.com/en-GL/insights/autonomous-vehicles>
- Fraederich, E., Heinrichs, D., Bahamonde-Birke, F. J., & Cyganski, R. (2018). Autonomous driving, the built environment and policy implications. *Transportation Research Part A*, 122, 162-172.
- García Oliva, C. (2018) Esta es la historia del coche autónomo, y ojo porque no es tan nuevo como lo pintan..., 13 de Agosto de 2018. Obtenido de <https://www.autonocion.com/historia-coche-autonomo/>
- Gobierno Vasco. (s.f.). *GeoEuskadi*. Obtenido de euskadi.eus: <https://www.geo.euskadi.eus/s69-15375/es/>
- González Oliver, J. (2006). *Calles y rincones de Bilbao*. Bilbao: Ayuntamiento de Bilbao / Bilboko Udala.
- González-González, E., Nogués, S., & Stead, D. (2020). Parking futures: Preparing European cities for the advent of automated vehicles. *Land Use Policy*, 91, 104010.
- Guia Bilbao. (s.f.). *Guía Bilbao*. Obtenido de <https://guiabilbao.net/que-ver-visitar-bilbao/montes-bilbao>
- Iacobucci, R., McLellan, B., & Tezuka, T. (2018). Modeling shared autonomous electric vehicles: Potential for transport and power grid integration. *Energy*, 158, 148-163.
- KPMG International. (2020). *2020 Autonomous Vehicles Readiness Index*. Obtenido de 2020 Autonomous Vehicles Readiness Index (assets.kpmg)



- Lekanda Zárraga, M. (s.f.). *Monika Lekanda Gestión Inmobiliaria*. Obtenido de <https://lekanda.es/blog-inmobiliario/guia-zona-gran-bilbao.html>
- López, J. M. (2020). El vehículo autónomo es el futuro, pero tiene más años que la mayoría de nosotros, 15 de Agosto de 2020. Obtenido de <https://hipertextual.com/2020/08/origen-historia-vehiculo-autonomo>
- Menendez, M., Ambühl, L., & Ciari, F. (2016). What about space? A simulation based assessment of potential AVs impact on road space in urban areas: Proceedings of the 16th Swiss Transport Research Conference (STRC). Ascona.
- Milakis, D., van Arem, B., & van Wee, B. (2017). Policy and society related implications of automated driving: A review of literature and directions for future research. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21:4, 324-348.
- Naciones Unidas. (2021). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/>
- National Association of City Transportation Officials. (2019). *Blueprint for autonomous urbanism*. Nueva York: NACTO.
- Nogués, S., González-González, E., & Cordera, R. (2020). New urban planning challenges under emerging autonomous mobility: evaluating backcasting scenarios and policies through an expert survey. *Land Use Policy*, 95, 104652.
- Nueva Movilidad (2019). Historia, actualidad y futuro de los coches autónomos, 11 de Agosto de 2019. Obtenido de <https://www.nuevamovilidad.com/vehiculos-autonomos/historia-actualidad-y-futuro-de-los-coches-autonomos/amp/>
- Ochwat, D. (2019). Autonomous Delivery Vehicles, 9 de Enero de 2019. Obtenido de <https://pathtopurchaseiq.com/autonomous-delivery-vehicles>
- Riggs, W., Appleyard, B., & Johnson, M. (2020). A design framework for livable streets in the era of autonomous vehicles. *Urban, Planning and Transport Research*, 8:1, 125-137. DOI: 10.1080/21650020.2020.1749123.
- Romero, F. (2019). Bosch y Daimler explican los tipos de sensores y cámaras para conducción autónoma. *motor*, 9 de Agosto de 2019. Obtenido de <https://www.motor.es/noticias/bosch-daimler-tipos-sensores-camaras-conduccion-autonoma-201848875.html>
- Roszkowska, E. (2013). Rank ordering criteria weighting methods - a comparative overview. *Optimum. Studia Ekonomiczne Nr 5*, 65, 14-33.
- SAE International. (2014). Taxonomy and definitions for terms related to on-road motor vehicle automated driving systems. DOI:10.4271/j3016_201609.
- Stead, D., & Vaddadi, B. (2019). Automated vehicles and how they may affect urban form: A review of recent scenario studies. *Cities*, 92, 125-133.
- UNESCO Etxea, C. U. (Dirección). (2019). *ODS 11 | Ciudades y Asentamientos Sostenibles* [Película].
- Vaddadi, B. (2017). *Autonomous Shared Mobility & the Cities of Tomorrow*. Tesis doctoral. Delft University of Technology: Msc Urbanism.



- Vega Zamanillo, Á., & Calzada Pérez, M. Á. (2018). *Anotaciones básicas de vías urbanas*. Santander: Apuntes de la asignatura.
- Wise, S. (2018). Autonomous grocery store brings food at consumers' doorstep. *Spring Wise*, 18 Enero 2018. Obtenido de: <https://www.springwise.com/autonomous-grocery-store-brings-food-consumers-doorstep/>
- Yigitcanlar, T., Wilson, M., & Kamruzzaman, M. (2019). Disruptive Impacts of Automated Driving Systems on the Built Environment and Land Use: An Urban Planner's Perspective. *Journal of Open Innovation*, 5, 1-17. DOI: 10.3390/joitmc5020024.



ANEXO 1: RESPUESTAS OBTENIDAS DE LA ENCUESTA

¿CUÁL ES SU PROFESIÓN?

| Identificación | Investigador | Profesor | Profesional privado | Profesional público | Otra |
|----------------|--------------|----------|------------------------|------------------------|------------|
| 1 | x | | | | |
| 2 | x | | | | |
| 3 | x | x | | | |
| 4 | x | | | | |
| 5 | x | | | | |
| 6 | x | | | | |
| 7 | | | x | | |
| 8 | | | | | INGENIERO |
| 9 | | | | x | |
| 10 | | | x | | |
| 11 | | x | | | |
| 12 | | | x | | |
| 13 | | x | x | | |
| 14 | | x | | | |
| 15 | | | x | | |
| 16 | | | | | JUBILADO |
| 17 | | | x | | |
| 18 | | | | x | |
| 19 | | | x | | |
| 20 | | | x | | |
| 21 | | | | x | |
| 22 | | x | x | | |
| 23 | | | | x | |
| 24 | x | | | | |
| 25 | x | x | | | |
| 26 | | | x | | ARQUITECTO |
| 27 | | | x | | |
| 28 | | | x | | |
| 29 | | | x | | |
| 30 | x | x | | | |
| 31 | | | | x | |
| 32 | | | x | | |
| 33 | | | x | | |

Tabla 30. Respuestas a ¿cuál es su profesión?



¿CUÁL ES SU ÁMBITO DE TRABAJO?

| Identificación | Urbanismo | Transportes | Construcción | Obra pública | Otro |
|----------------|-----------|-------------|--------------|--------------|--------------------------|
| 1 | | X | | | |
| 2 | X | X | | | |
| 3 | X | | | | |
| 4 | | X | X | | |
| 5 | | X | | | |
| 6 | | X | | | |
| 7 | | | | X | |
| 8 | | | X | | |
| 9 | | | | X | |
| 10 | | | X | | |
| 11 | X | | | | |
| 12 | | | | | Automoción |
| 13 | X | | | | |
| 14 | X | X | | | |
| 15 | | | | X | |
| 16 | X | | | X | |
| 17 | | | X | | |
| 18 | X | X | X | X | |
| 19 | X | | | | |
| 20 | X | | | X | |
| 21 | | | | X | |
| 22 | X | | | | Edificación |
| 23 | | X | | | |
| 24 | X | | | | |
| 25 | | X | | | |
| 26 | X | | | | |
| 27 | X | | | | |
| 28 | X | | | | |
| 29 | X | | | | |
| 30 | X | | | | |
| 31 | | | | | Tráfico y seguridad vial |
| 32 | | | X | X | |
| 33 | X | | X | X | |

Tabla 31. Respuesta a ¿cuál es su ámbito de trabajo?



ORDENE LOS SIGUIENTES CRITERIOS

| ID | Entrada /salida | Tráfico | Tráfico no motorizado | Usos del suelo | Calidad ambiental | Accidentabilidad | Medios de transporte | Anchura | Aparcamiento |
|----|-----------------|---------|-----------------------|----------------|-------------------|------------------|----------------------|---------|--------------|
| 1 | 4 | 3 | 5 | 9 | 1 | 6 | 2 | 8 | 7 |
| 2 | 8 | 2 | 7 | 6 | 3 | 1 | 5 | 4 | 9 |
| 3 | 7 | 2 | 9 | 6 | 5 | 1 | 4 | 3 | 8 |
| 4 | 3 | 2 | 7 | 8 | 1 | 6 | 5 | 4 | 9 |
| 5 | 8 | 2 | 5 | 7 | 4 | 1 | 9 | 6 | 3 |
| 6 | 7 | 6 | 1 | 3 | 4 | 8 | 2 | 9 | 5 |
| 7 | 6 | 2 | 7 | 5 | 9 | 1 | 3 | 4 | 8 |
| 8 | 3 | 2 | 5 | 7 | 6 | 1 | 4 | 9 | 8 |
| 9 | 8 | 6 | 3 | 7 | 5 | 4 | 1 | 2 | 9 |
| 10 | 1 | 2 | 7 | 6 | 9 | 5 | 4 | 3 | 8 |
| 11 | 9 | 4 | 5 | 2 | 7 | 3 | 1 | 6 | 8 |
| 12 | 5 | 1 | 4 | 7 | 9 | 3 | 2 | 6 | 8 |
| 13 | 7 | 9 | 6 | 5 | 1 | 8 | 4 | 2 | 3 |
| 14 | 2 | 3 | 9 | 7 | 8 | 1 | 6 | 5 | 4 |
| 15 | 8 | 1 | 3 | 6 | 5 | 7 | 2 | 9 | 4 |
| 16 | 9 | 2 | 3 | 8 | 7 | 1 | 6 | 4 | 5 |
| 17 | 4 | 7 | 6 | 1 | 2 | 3 | 8 | 5 | 9 |
| 18 | 2 | 6 | 5 | 3 | 7 | 1 | 9 | 4 | 8 |
| 19 | 7 | 1 | 9 | 2 | 6 | 3 | 4 | 8 | 5 |
| 20 | 2 | 6 | 4 | 5 | 8 | 1 | 3 | 7 | 9 |
| 21 | 3 | 2 | 6 | 8 | 7 | 9 | 4 | 1 | 5 |
| 22 | 5 | 3 | 6 | 2 | 9 | 4 | 1 | 8 | 7 |
| 23 | 2 | 4 | 6 | 7 | 8 | 3 | 1 | 5 | 9 |
| 24 | 1 | 9 | 5 | 6 | 8 | 7 | 3 | 2 | 4 |
| 25 | 9 | 4 | 2 | 1 | 3 | 8 | 5 | 7 | 6 |
| 26 | 9 | 1 | 4 | 2 | 6 | 7 | 3 | 5 | 8 |
| 27 | 7 | 1 | 5 | 8 | 9 | 6 | 2 | 3 | 4 |
| 28 | 9 | 4 | 3 | 7 | 8 | 5 | 1 | 2 | 6 |
| 29 | 9 | 8 | 5 | 1 | 4 | 7 | 2 | 6 | 3 |
| 30 | 4 | 9 | 6 | 5 | 8 | 7 | 1 | 2 | 3 |
| 31 | 8 | 1 | 4 | 9 | 7 | 2 | 3 | 5 | 6 |
| 32 | 7 | 2 | 8 | 5 | 9 | 3 | 4 | 1 | 6 |
| 33 | 3 | 1 | 5 | 9 | 6 | 2 | 4 | 7 | 8 |

Tabla 32. Respuestas a ordene los siguientes criterios



¿QUÉ PRIORIZARÍA A LA HORA DE ORDENAR ESPACIOS LIBERADOS?

| I | Espacios verdes | Áreas residenciales | Carril transporte público | Aceras y carril bici | Equipamientos | Centros económicos | Puntos de recogida | Otro |
|----|-----------------|---------------------|---------------------------|----------------------|---------------|--------------------|--------------------|------|
| 1 | X | | | | | | | |
| 2 | | | | X | | | | |
| 3 | | | | X | | | | |
| 4 | X | | | | | | | |
| 5 | | | | X | | | | |
| 6 | | | X | | | | | |
| 7 | X | | | | | | | |
| 8 | X | | | | | | | |
| 9 | | | | X | | | | |
| 10 | | | | X | | | | |
| 11 | | | | X | | | | |
| 12 | | | X | | | | | |
| 13 | | | | | | | | * |
| 14 | | | | X | | | | |
| 15 | | | | X | | | | |
| 16 | | | | X | | | | |
| 17 | | | | | X | | | |
| 18 | | | | X | | | | |
| 19 | X | | | | | | | |
| 20 | X | | | | | | | |
| 21 | | | | X | | | | |
| 22 | | | | X | | | | |
| 23 | X | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | ** |
| 25 | | | | | | | X | |
| 26 | | | | X | | | | |
| 27 | X | | | | | | | |
| 28 | | | | X | | | | |
| 29 | X | | | | | | | |
| 30 | X | | | | | | | |
| 31 | | | | X | | | | |
| 32 | X | | | | | | | |
| 33 | | | | X | | | | |

Tabla 33. Respuesta a ¿qué priorizaría a la hora de ordenar el espacio liberado?

*Incorporación al espacio de uso público de la ciudad. Recuperación del espacio público como espacio de relación.

**Peatonalización.



ANEXO 2: CÁLCULO DEL PESO DE CADA CRITERIO

El cálculo del peso de cada criterio viene de la siguiente formulación que ya se ha especificado en 3.1.2. **Ponderación de criterios**:

$$w_j(RS) = \frac{n - r_j + 1}{\sum_{k=1}^n n - r_k + 1} = \frac{2 (n + 1 - r_j)}{n (n + 1)}$$

Siendo:

$n = 9$, el número total de criterios (j) que hay

j_1 criterio de que sea vía de entrada/salida de la ciudad

j_2 criterio de tráfico

j_3 criterio de cantidad de espacio destinado a tráfico no motorizado

j_4 criterio de variedad de usos del suelo

j_5 criterio de calidad ambiental

j_6 criterio de accidentabilidad

j_7 criterio de medios de transporte que coexisten en la vía

j_8 criterio de anchura de la calle

j_9 criterio de superficie de aparcamiento

r_j el rango que da cada encuestado (ID) al criterio j

w el peso final de cada criterio

Se muestra a continuación la tabla de cálculo para hallar los pesos finales (w final) de cada criterio, promedio de todos los pesos que ese criterio recibe de cada uno de los encuestados (ID), y la comprobación que señala que se está efectuando el cálculo adecuadamente, que para cada respuesta (ID) la suma de los criterios es 1.

El valor de cada celda, es decir, el peso del criterio j según el encuestado ID, viene de la mano de la siguiente formulación:

$$\frac{2 (n + 1 - r_j)}{n (n + 1)}$$



Siendo r_{ij} , para el respectivo ID, el rango que se le dio en la encuesta al criterio j .

| ID | j1 | j2 | j3 | j4 | j5 | j6 | j7 | j8 | j9 | SUMA |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 0,13 | 0,16 | 0,11 | 0,02 | 0,20 | 0,09 | 0,18 | 0,04 | 0,07 | 1,00 |
| 2 | 0,04 | 0,18 | 0,07 | 0,09 | 0,16 | 0,20 | 0,11 | 0,13 | 0,02 | 1,00 |
| 3 | 0,07 | 0,18 | 0,02 | 0,09 | 0,11 | 0,20 | 0,13 | 0,16 | 0,04 | 1,00 |
| 4 | 0,16 | 0,18 | 0,07 | 0,04 | 0,20 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 0,02 | 1,00 |
| 5 | 0,04 | 0,18 | 0,11 | 0,07 | 0,13 | 0,20 | 0,02 | 0,09 | 0,16 | 1,00 |
| 6 | 0,07 | 0,09 | 0,20 | 0,16 | 0,13 | 0,04 | 0,18 | 0,02 | 0,11 | 1,00 |
| 7 | 0,09 | 0,18 | 0,07 | 0,11 | 0,02 | 0,20 | 0,16 | 0,13 | 0,04 | 1,00 |
| 8 | 0,16 | 0,18 | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 0,20 | 0,13 | 0,02 | 0,04 | 1,00 |
| 9 | 0,04 | 0,09 | 0,16 | 0,07 | 0,11 | 0,13 | 0,20 | 0,18 | 0,02 | 1,00 |
| 10 | 0,20 | 0,18 | 0,07 | 0,09 | 0,02 | 0,11 | 0,13 | 0,16 | 0,04 | 1,00 |
| 11 | 0,02 | 0,13 | 0,11 | 0,18 | 0,07 | 0,16 | 0,20 | 0,09 | 0,04 | 1,00 |
| 12 | 0,11 | 0,20 | 0,13 | 0,07 | 0,02 | 0,16 | 0,18 | 0,09 | 0,04 | 1,00 |
| 13 | 0,07 | 0,02 | 0,09 | 0,11 | 0,20 | 0,04 | 0,13 | 0,18 | 0,16 | 1,00 |
| 14 | 0,18 | 0,16 | 0,02 | 0,07 | 0,04 | 0,20 | 0,09 | 0,11 | 0,13 | 1,00 |
| 15 | 0,04 | 0,20 | 0,16 | 0,09 | 0,11 | 0,07 | 0,18 | 0,02 | 0,13 | 1,00 |
| 16 | 0,02 | 0,18 | 0,16 | 0,04 | 0,07 | 0,20 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 1,00 |
| 17 | 0,13 | 0,07 | 0,09 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,04 | 0,11 | 0,02 | 1,00 |
| 18 | 0,18 | 0,09 | 0,11 | 0,16 | 0,07 | 0,20 | 0,02 | 0,13 | 0,04 | 1,00 |
| 19 | 0,07 | 0,20 | 0,02 | 0,18 | 0,09 | 0,16 | 0,13 | 0,04 | 0,11 | 1,00 |
| 20 | 0,18 | 0,09 | 0,13 | 0,11 | 0,04 | 0,20 | 0,16 | 0,07 | 0,02 | 1,00 |
| 21 | 0,16 | 0,18 | 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,02 | 0,13 | 0,20 | 0,11 | 1,00 |
| 22 | 0,11 | 0,16 | 0,09 | 0,18 | 0,02 | 0,13 | 0,20 | 0,04 | 0,07 | 1,00 |
| 23 | 0,18 | 0,13 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,16 | 0,20 | 0,11 | 0,02 | 1,00 |
| 24 | 0,20 | 0,02 | 0,11 | 0,09 | 0,04 | 0,07 | 0,16 | 0,18 | 0,13 | 1,00 |
| 25 | 0,02 | 0,13 | 0,18 | 0,20 | 0,16 | 0,04 | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 1,00 |
| 26 | 0,02 | 0,20 | 0,13 | 0,18 | 0,09 | 0,07 | 0,16 | 0,11 | 0,04 | 1,00 |
| 27 | 0,07 | 0,20 | 0,11 | 0,04 | 0,02 | 0,09 | 0,18 | 0,16 | 0,13 | 1,00 |
| 28 | 0,02 | 0,13 | 0,16 | 0,07 | 0,04 | 0,11 | 0,20 | 0,18 | 0,09 | 1,00 |
| 29 | 0,02 | 0,04 | 0,11 | 0,20 | 0,13 | 0,07 | 0,18 | 0,09 | 0,16 | 1,00 |
| 30 | 0,13 | 0,02 | 0,09 | 0,11 | 0,04 | 0,07 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 1,00 |
| 31 | 0,04 | 0,20 | 0,13 | 0,02 | 0,07 | 0,18 | 0,16 | 0,11 | 0,09 | 1,00 |
| 32 | 0,07 | 0,18 | 0,04 | 0,11 | 0,02 | 0,16 | 0,13 | 0,20 | 0,09 | 1,00 |
| 33 | 0,16 | 0,20 | 0,11 | 0,02 | 0,09 | 0,18 | 0,13 | 0,07 | 0,04 | 1,00 |
| w | 0,10 | 0,14 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,14 | 0,11 | 0,08 | 1,00 |
| final | | | | | | | | | | |

Tabla 34. Cálculo de los pesos de cada criterio.

